Die

Schule der Baukunst.

II.

Die

Schule der Baukunst

Ein Handbuch

für Architekten, Bau- und Gewerbschulen, und zum Selbstunterricht

für

Bauhandwerker und Bauunternehmer.

Zweiter Band.

In vier Abtheilungen.

Enthaltend:

1. Abth. Die Schule des Zimmermanns. — 2. Abth. Die Schule des Maurers.
3. Abth. Die Schule des Steinmetzen. — 4. Abth. Die Materialienkunde.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,

Verlag von Otto Spamer.

1855.

Die

Schule des Zimmermanns.

Ein praktisches Hand- und Hülfsbuch

für

Architekten und Bauhandwerker, so wie für Bau- und Gewerbschulen.

Bearbeitet

von

B. Harres

Lehrer der Architektur an der höhern Gewerbschule in Darmstadt.

Mit 235 Abbildungen, nach Zeichnungen des Verfassers in Holz geschnitten von W. Arland, L. Kretzschmar u. A.

Leipzig,

Verlag von Otto Spamer.

1855.

Vorwort.

Der an mich ergangenen Aufforderung, die Bearbeitung des zweiten Bandes der „Schule der Baukunst" zu übernehmen, habe ich gern entsprochen, denn es bot sich mir dadurch die Gelegenheit dar, mein Bestreben für die Heranbildung des, mir durch einen langjährigen Verkehr auf der Baustelle und in der Schule liebgewordenen Standes der Bauhandwerker, über die Grenzen des engern Vaterlandes hinaus, den Baugewerben des deutschen Gesammtvaterlandes zuzuwenden und, was an mir liegt, dazu beizutragen, daß es allgemeiner erkannt werde: wie die Baukunst ihren Grund und Boden hat in der Bauhütte.

Die „Schule des Zimmermanns" soll, als zuverlässiger Führer bei praktischen Arbeiten, Auskunft geben über die Natur und die wichtigsten Eigenschaften des Bauholzes, über die bei Zimmerwerken des Hochbaues zur Anwendung kommenden einfachen Maschinen, und über die Construction von Gebäudetheilen, deren Herstellung dem Zimmermann ausschließlich zusteht.

Bei dem beschränkten Umfange des Handbuches konnte nur Wesentliches Aufnahme finden. Das Gegebene mit möglichster Klarheit darzustellen, war ich ernstlich bemüht.

Ist mir die Auswahl und Darstellung nur einigermaßen gelungen, so darf ich hoffen, daß dieses Werkchen den Bedürfnissen des Zimmermanns, und wol auch billigen Anforderungen von Fachgenossen entsprechen werde.

Darmstadt, im Januar 1855.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Siebenter Abschnitt.

Achter Abschnitt.

Neunter Abschnitt.

Zehnter Abschnitt.

Eilfter Abschnitt.

Erster Abschnitt.

Von dem Bauholze.

1. **Von der richtigen Fällzeit.** Allgemein wird angenommen, daß das Bauholz in den Wintermonaten, und zwar von November bis Ende Februar, gefällt werden soll, und es wird selten berücksichtigt, daß die Dauer von sonst gleich gutem Bauholze, je nach der in dieser viermonatlichen Periode eingehaltenen Fällzeit, eine ganz verschiedene sein muß.

Die mittelalterlichen Werkmeister, von denen noch heute, gegen unsere Erfahrungen über die Dauer der im Freien angewendeten Hölzer, Holzgebäude von mehr als dreihundertjährigem Alter bestehen, verfuhren beim Fällen ihrer Bauhölzer nach einem üblichen Spruch:

„Wer sein Holz in der Christnacht fällt,
Dem sein Gebäude zehnfach hält;
Denn Fabian=Sebastian,
Da fängt der Saft schon zu gehen an."

Sie hielten also das letzte Viertel des December für die geeignetste Fällzeit, und daß sie darin Recht hatten, beweisen die auf uns gekommenen Holzbauwerke. Für wie wichtig die richtige Fällzeit des Bauholzes schon bei den Alten gehalten wurde, geht daraus hervor, daß dessen von hervorragenden Schriftstellern erwähnt wird.

Plinius verlangt, daß das Bauholz in der Zeit gefällt werde, wo sich die Rinde nicht ablöse; ein späterer Schriftsteller, Vegetius Renatus, giebt geradezu die Hauzeit zwischen dem 15. und 23. December an, und Constantius Columella will das Bauholz im Christmonat gefällt wissen.

Die Richtigkeit der auf Erfahrung und sorgfältige Beobachtung der Pflanzennatur gegründeten Handwerksregel läßt sich durch den Wachsthumsprozeß der Bäume nachweisen, und ist durch neuere Versuche über die verschiedene Dauer von Hölzern, welche von sonst gleicher Beschaffen=

heit und gleichem Standorte entnommen, in den verschiedenen Monaten der im Allgemeinen angenommenen Fällzeit geschlagen waren, vollkommen bestätigt worden.

Die Natur theilt den Wachsthumsprozeß in zwei Haupt-Epochen, von der Winter- zur Sommer-Sonnenwende, und von der Sommer- zur Winter-Sonnenwende. Tritt die erste Epoche von der Winter- zur Sommer-Sonnenwende ein, so beginnt die Lebensthätigkeit des Baumes; die Knospen entwickeln sich und die Erweiterung des Baumkörpers beginnt, indem eine neue Lage von Holz und Rinde sich außen anlegt.

In der zweiten Epoche, von der Sommer- zur Winter-Sonnenwende, beschäftigt sich die Natur mit der Ausbildung und Reife des in der vorigen Epoche geschaffenen Körperzuwachses und mit der Vorbereitung zur Lebensthätigkeit in der darauf folgenden Epoche. Die in der ersten Epoche in den Saftröhren circulirenden Säfte, welche diese Röhren ganz anfüllen, werden in der zweiten Epoche wesentlich verändert, verdichten immer mehr und legen sich, je nach der Baumart, als Gummi oder Harz an die Wandungen der Saftröhren fest an. Wird nun der Stamm gegen Ende der zweiten Epoche, bevor neue Lebensthätigkeit beginnt, gefällt, geästet, entrindet und trocken gelegt, so daß die trockne Luft darauf einwirken und den Holzkörper zusammenpressen kann, so erhärtet die auf dem Stamme noch klebrig gewesene Masse in den Saftröhren ganz und verschließt die inneren Theile des Holzkörpers gegen jede Einwirkung der Atmosphäre. Alle nachtheilige Einwirkung auf das in der Art gefällte und getrocknete Holz kann nun nur noch von außen kommen. Anders verhält es sich, wenn der Baum gefällt wird, wenn die Lebensthätigkeit, die mit der Wintersonnenwende eintritt, auf's Neue in demselben erwacht ist und die in den Saftröhren befindliche klebrige Masse ihre Function bereits angetreten, neue verwandte Stoffe an sich gezogen und zu erweichen begonnen hat.

Diese erweichten Stoffe, deren Thätigkeit durch das Fällen des Stammes auf gewaltsame Weise unterbrochen wird, gerathen in Gährung, gehen, wie alle Pflanzensäfte, aus dem Zustande der weinigen Gährung in die Essiggährung und aus dieser endlich in die faulige Gährung über, und erlangen damit eine Schärfe, welche die Saftgefäße angreift und zerstört, so daß sich zuletzt der Holzkörper, alles Zusammenhanges beraubt, in Staub auflöst. Die Zerstörung durch äußere Einwirkung, insbesondere Nässe und Wärme, geht um so schneller vor sich, je mehr die Zerstörung von innen nach außen durch die größere oder geringere Schärfe der in faulige Gährung übergegangenen Säfte vorgeschritten ist. Diese

Schärfe vermehrt sich am stärksten, wenn der Baum zu der Zeit gefällt wird, wo die klebrige Masse in den Saftgefäßen erweicht ist und der Baum noch keine Blätter hat, welche eine Veränderung durch die Function der Ausdünstung bewirken, — es ist dieß in den Monaten Januar und Februar.

Wird der Baum später, in den Monaten März oder April, gefällt, und bleibt er einige Tage sammt den Aesten liegen, so wird ein großer Theil der in den Saftröhren enthaltenen Flüssigkeit von den Blättern ausgedunstet, bevor die Gährung der Säfte erfolgt. Wird auf diese Weise die Ursache zur Zerstörung des Holzkörpers durch faulige Gährung der Säfte gemindert, so treten doch durch so spätes Fällen wieder erhebliche Nachtheile ein. Das Holz verliert nämlich durch das Entziehen der Säfte den größten Theil seiner Spannkraft und Tragfähigkeit, und ist in so porösem Zustande, daß es zum Abhalten des Wassers untauglich wird.

Einige Versuche weisen dieß schlagend nach.

Vier Fichtenstämme von gleichem Alter und auf dem gleichen Boden und Standort neben einander gewachsen, wurden in den vier Wintermonaten, a Ende December, b Ende Januar, c Ende Februar und d Ende März gefällt, in gleich starke und gleich lange Balken beschlagen, möglichst gleichmäßig getrocknet, auf ein und dasselbe Gerüste gelegt und auf ihrer Mitte mit Gewichten belastet. Der Ende December gefällte Baum a trug beinahe das Doppelte der Last, wie der Ende März gefällte Baum d, und, bei gleicher Einbiegung vor dem Brechen, war die Tragfähigkeit bei dem Ende Januar gefällten Baume b 12 Procent, bei dem Ende Februar gefällten Baum c 20 Procent, und bei dem Ende März gefällten Baum d 38 Procent geringer, als die Tragfähigkeit des Ende December gefällten Baumes a.

Baumstangen, Ende December und Ende Februar gehauen, waren erstere nach 16 Jahren noch fest, während die letzteren schon nach 3 bis 4 Jahren abbrachen. Von zwei Stämmen starkem Fichtenholz von gleicher Beschaffenheit, der eine Ende December, der andere Ende Februar gefällt, vierkantig beschlagen und beide Hölzer in feuchte Erde gegraben, zeigte sich der erstere nach 16 Jahren noch fest, während letzterer nach 8 Jahren verfault war. Von denselben Stämmen wurden Pferdeständе gebrückt, und es mußte das Ende Februar gefällte Holz nach 2 Jahren als unbrauchbar herausgenommen werden, während das Ende December gefällte Holz 6 Jahre brauchbar blieb.

Da nun der Werth der meisten Zimmerwerke hauptsächlich in deren Dauer besteht, und der Mangel an Dauer weder durch sinnreiche Con-

structionen, noch durch die vollendetste Arbeit ersetzt werden kann, so muß auf die erste und hauptsächliche Pflicht des Zimmermanns hingewiesen werden, bei jeder Gelegenheit dahin zu wirken, daß das Bauholz nur im Monat December gefällt wird.

Wenn die alten Werkmeister sogar in der Abnahme oder der Zunahme des Mondes einen erheblichen Einfluß auf die Beschaffenheit des Bauholzes beobachtet haben wollen, so daß sie uns hinterlassen haben, daß alles im abnehmenden Monde geschlagene Holz vor dem Wurmfraße gesichert sei, so mag dieß für die neueren Werkmeister von geringem Belang, sollte aber für alle eine ernste Aufforderung sein, bei der Wahl des Bauholzes mit größerer Vorsicht zu Werke zu gehen, als dieß im Allgemeinen, und selbst bei den wichtigsten Bauwerken, gewöhnlich geschieht.

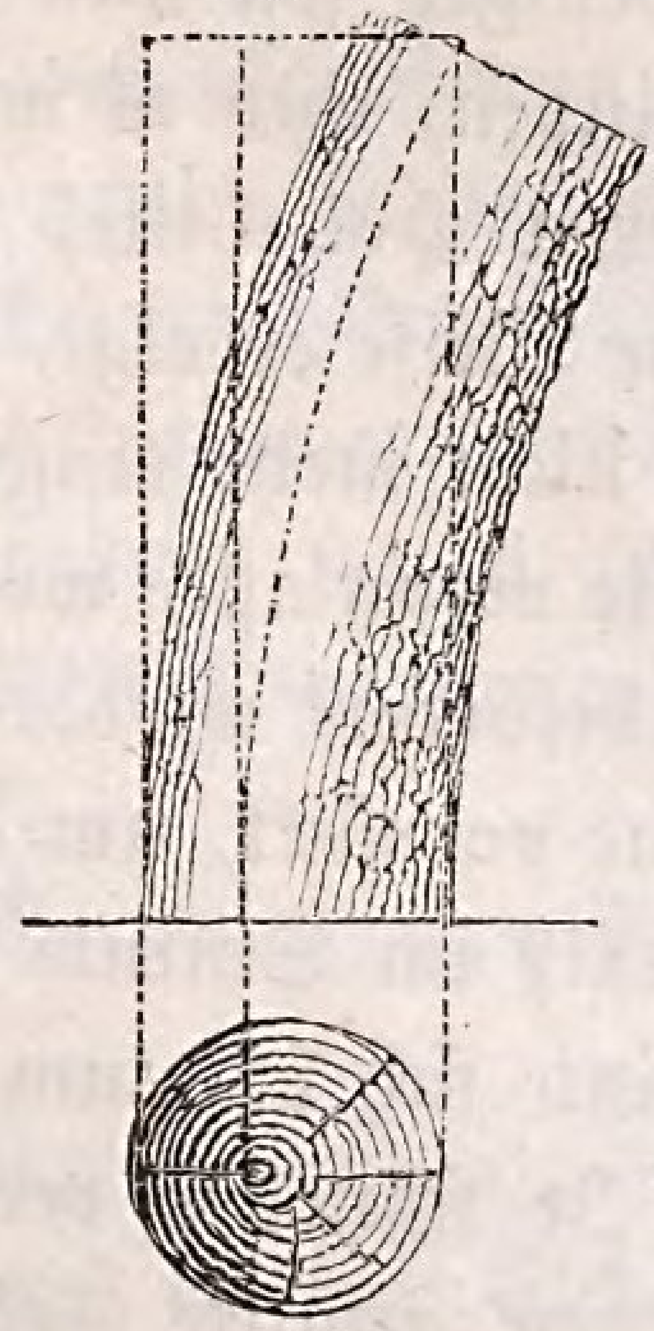
2. **Werfen, Schwinden und Reißen des Holzes.** Die Holzmasse eines jeden Baumstammes ist ungleich fest, und zwar ist der äußere, noch nicht ganz ausgebildete Theil, der Splint, am weichsten, und es nimmt die Festigkeit nach dem Kerne zu, bis in die Nähe desselben, welcher selbst wieder eine geringere Festigkeit hat. Stämme aus geschlossenen Revieren sind im Querschnitt annähernd kreisrund, haben den Kern in der Mitte, und die Festigkeit des Holzes ist bei gleicher Entfernung vom Kerne eine gleiche. Bei Stämmen von freiem Standorte ist der Querschnitt unregelmäßig, der Kern liegt außer der Mitte, und die Festigkeit des Holzes ist bei gleicher Entfernung vom Kerne durchaus ungleich, und da am geringsten, wo die Jahresringe am breitesten sind. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, daß beim Wachsen des Baumes, welcher jährlich seinen Umfang durch eine äußere Holzschichte erweitert, die Circulation der Säfte nach der Seite am lebhaftesten ist, wo die Sonne am stärksten einwirkt, und daß im Verhältniß der lebhaftern oder trägern Circulation der Säfte eine entsprechende Erweiterung der Saftröhren eintreten muß. Hieraus erklärt sich, daß das Holz von einem freistehenden Baume auf der Südseite grobfaseriger und lockerer, als auf der Nordseite ist.

Auf dieser ungleichen Beschaffenheit des Holzes beruhen die verschiedenen Veränderungen, welche sich schon beim Trocknen und bei der Verarbeitung des trockenen Holzes, das die Fähigkeit besitzt, mehr oder weniger Feuchtigkeit aus der Atmosphäre zu scheiden und in sich aufzunehmen, als Werfen, Schwinden und Reißen zu erkennen geben.

Betrachten wir in Fig. 1. den Stamm eines freistehenden Baumes. Im Querschnitte erscheint der Kern der Nordseite näher gelegen, und bei gleicher Anzahl der Jahresringe sind dieselben gegen die Südseite ungleich

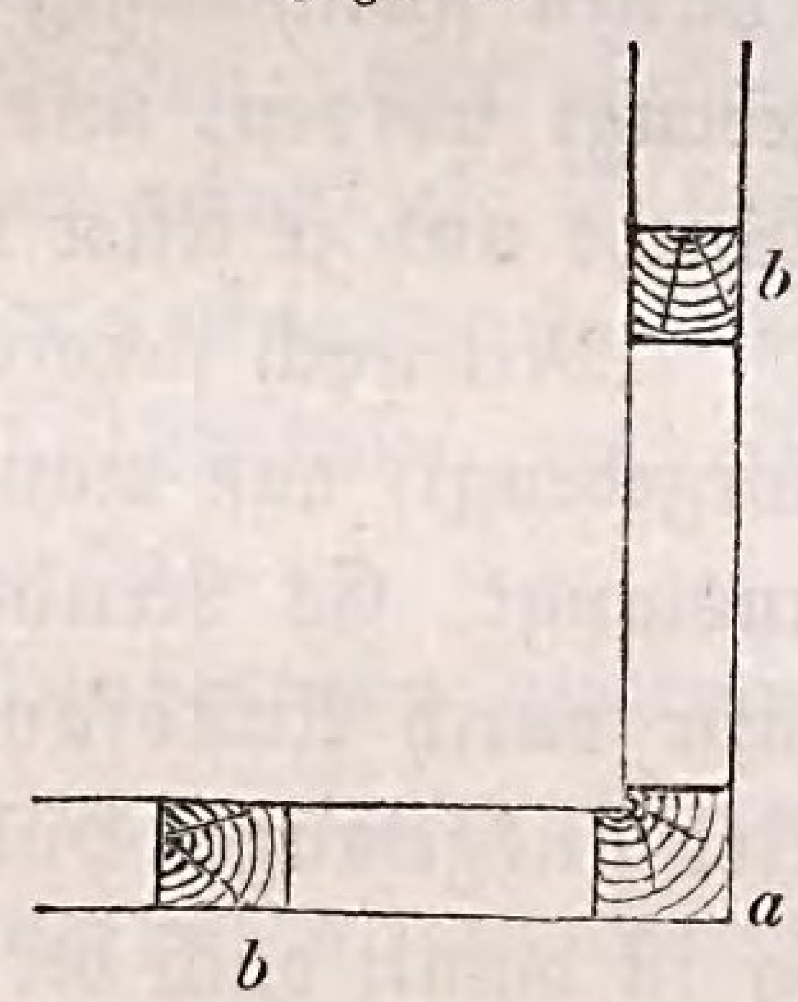
breiter. Beim Trocknen werden nun die vom Kerne nach der Südseite gelagerten lockeren Holzschichten sich mehr zusammenziehen als die festeren Holzschichten auf der Nordseite, und der vor dem Trocknen gerade gewesene Stamm erhält die auf der Nordseite nach außen gekrümmte Gestalt. Dieses Werfen im ganzen Stamme, welches bei allen Hölzern von freiem Standorte vorkommt, weist darauf hin, bei allen horizontalen Verbandstücken die Winter- oder Nordseite des Stammes nach oben zu kehren, damit die Richtung des Werfens der Belastung entgegenwirkt. Bei stehenden Hölzern, welche einem Seitendruck zu widerstehen haben, muß die Nordseite dahin gerichtet werden, woher der Druck kommt, und bei freistehenden Wänden sind geschnittene Hölzer so einzusetzen, daß nach Fig. 2. die Kernseite der Eckpfosten *a* nach innen, und bei den anderen Wandpfosten *b b* von den Eckpfosten ab und der Richtung der Wand zugekehrt ist. Freistehende Säulen müssen von Ganzholz und außen rund sein, oder vielkantig bearbeitet werden.

Fig. 1.



Nord. Süd.

Fig. 2.



Werden Bretter und Bohlen abwechselnd der Nässe und dem Luftzuge ausgesetzt, so springen die Rindenenden hervor, der Kern aber bleibt zurück. Nehmen wir nach Fig. 3. zwei Bretter an, das eine mit dem Kerne nach oben, das andere mit dem Kerne nach unten gekehrt, so wird sich das erstere *a′* in der Mitte aufwärts ziehen, wogegen das letztere *b′* muldenförmig wird.

Im Kerne gespaltene Bretter, mit dem Kerne nach entgegengesetzter Richtung aneinandergefügt, werden sonach ganzen Brettern mit dem Kerne in der Mitte vorzuziehen sein.

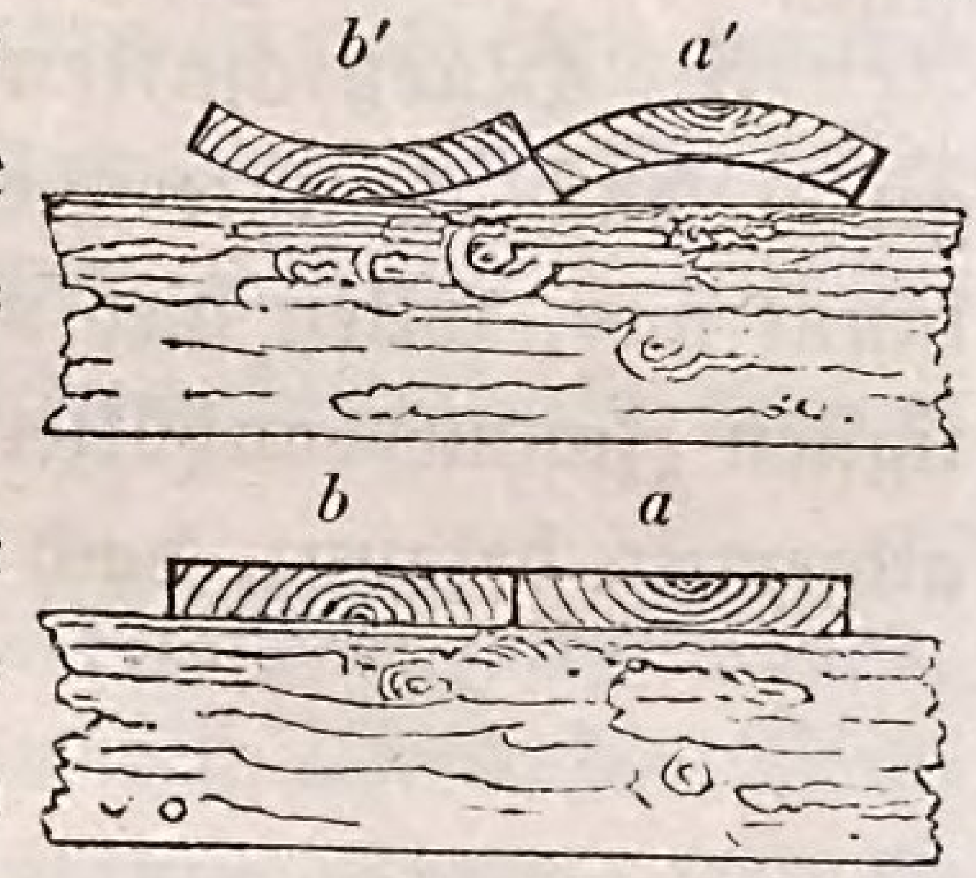


Fig. 3.

Wie das Werfen und Schwinden des Holzes auf der ungleichen Dichtigkeit desselben beruht, so ist dieß auch mit dem Reißen der Fall. Angenommen, daß ein gefällter Stamm den regelmäßigsten Wuchs habe, den Kern in der Mitte und keine bemerkbare Verschiedenheit in der zu einem und demselben Jahresringe gehörigen Holzmasse, so bleibt immerhin die Abnahme der Dichtigkeit des Holzes vom Kerne nach der Rinde,

und die Zunahme des Umfanges der Jahresringe nach außen bemerkbar, welche mit der Dichtigkeit derselben im entgegengesetzten Verhältnisse steht. Je weniger fest nun das Holz ist, um so mehr muß es beim Austrocknen schwinden, und es wird durch das verhältnißmäßig starke Schwinden der äußeren Holztheile, des Splintes, wodurch die Zusammenziehung auf solche Weise erfolgt, daß der Splint die darunter befindlichen Jahresringe nun nicht mehr ringsum bekleiden kann, ein Reißen des Splintes an der Stelle veranlaßt, wo durch äußere Einwirkung das Austrocknen am meisten befördert wird. Je weiter nun das Austrocknen vom Splinte nach dem Kerne vorrückt, um so mehr Jahresringe werden an derselben Stelle, wo der Riß im Splinte erfolgte, ebenfalls reißen, so daß zuletzt der Riß vom Splinte sich bis zum Kerne erstreckt, und der Stamm nunmehr kernreißig ist. Je schneller der Stamm trocknet, um so häufiger entstehen Risse. Werden gefällte Stämme entrindet oder bewaldrechtet und bis zu erfolgtem Trocknen an schattigem Orte so aufgelagert, daß Luftzug das Austrocknen gleichmäßig befördert, so kann diesem Reißen der Stämme vorgebeugt werden, und mit um so besserem Erfolge, je regelmäßiger der Wuchs und je fester das Holz an sich ist.

Mit noch sichererem Erfolge wird dem Reißen der Stämme dadurch vorgebeugt, daß man sie gleich nach dem Fällen entrindet und im Wasser auslaugt. Es beruht dieses Verfahren auf dem Entziehen der Pflanzensäfte durch Auflösung, und wenn nicht geläugnet werden kann, daß der Art ausgelaugte Hölzer weniger reißen und sich noch weniger werfen, so ist damit doch bei den meisten Hölzern der große Nachtheil verbunden, daß sie an Tragfähigkeit und Dauer sehr erheblich verlieren.

3. **Eigenschaften der wichtigsten Zimmerbauhölzer.** Vorausgesetzt, daß die unterscheidenden Merkmale von Laub- und Nadelholz bekannt sind, sollen hier nur diejenigen äußeren Kennzeichen der, die wichtigsten Zimmerbauhölzer liefernden Bäume erwähnt werden, welche nicht allgemein bekannt, doch aber von Interesse sind.

Laubhölzer.

a. Die Eiche. Das Holz der Eiche ist beim Bauwesen besonders um deßwillen von großer Wichtigkeit, weil es, zum Stützen oder Aufhängen von Lasten verwendet, von allen Bauhölzern die größte Tragfähigkeit und dabei die größte Dauer hat. Es widersteht der abwechselnden Nässe und Trockenheit, hat aber seine größte Dauer unter Wasser, wo es, ganz gegen die Erfahrungen an anderen Holzarten, vermöge seines bedeutenden Lohegehaltes, sogar fester und beinahe unzerstörbar wird. Unter Wasser

kann es unmittelbar nach dem Fällen verwendet werden, dagegen bedarf es vor der Verwendung im Freien oder Trockenen einer mehrjährigen Lagerung, und es ist zu vermeiden, es vor erfolgtem Austrocknen zu solchen Verbandstücken zu verwenden, bei denen das Werfen und Schwinden von großem Nachtheil sein kann. Hat das Eichenholz bei großer Festigkeit als Stütze oder Hängesäule die doppelte Tragfähigkeit des besten Nadelholzes, so steht es dagegen, zu Balken und anderen horizontal liegenden Verbandstücken verwendet, welche Lasten zu tragen bestimmt sind, wegen seines größern Eigengewichtes, welches allein schon bei einiger Spannweite das Einschlagen veranlaßt, gegen alle Nadelhölzer zurück.

Einheimisch sind in Deutschland nur zwei Eichenarten, die Sommereiche und die Wintereiche.

b. Die Sommereiche, auch Stieleiche (quercus foemina), treibt früher Blätter als die Wintereiche, und ist besonders an den Eicheln, welche, je zwei oder drei, an langen Stielen hängen, und beinahe walzenförmig sind, zu erkennen. Das Holz hat eine braunlichrothe ins Gelbe spielende Farbe, ist sehr zähe und läßt sich leicht spalten. Der Splint zeichnet sich durch seine lichte, beinahe weiße Färbung scharf ab, ist sehr weich und deßhalb dem Wurmfraß sehr unterworfen. Es erreicht seine Vollkommenheit als Bauholz früher als das der Wintereiche, und ist deßhalb bei gleichem Alter der Stämme jenem vorzuziehen.

c. Die Wintereiche, auch Stein- oder Traubeneiche (quercus robur), treibt später als die Sommereiche, und läßt ihre Blätter erst im Winter fallen. Die Eicheln sind kurz, kegelförmig und hängen an kurzen Stielen, zu drei bis zwölf traubenartig beisammen. Die Farbe des Holzes ist röthlichbraun. Bei späterer Vollkommenheit ist das Holz brüchiger als das der Sommereiche, und zum Spalten weniger geeignet. Der Splint ist weniger scharf abgegrenzt und hat eine gelbe Farbe. In der Regel ist der Hauptstamm bis zu den ersten Aesten kürzer als der der Sommereiche.

d. Die Erle, Eller, Else (alnus glutinosa), ein in ganz Europa, vorzugsweise aber in wasserreichen Gegenden, an den Ufern der Bäche wachsender Baum, welcher bei schwachen Astansätzen gerade, schlanke Stämme von beträchtlicher Höhe treibt. Das bei jungen Bäumen gelbweiße, bei älteren Stämmen dagegen lebhaft rothbraune Holz hat bei starken Jahresringen und kleinen Spiegelfasern ein sehr gleichförmiges Gefüge, ist aber nicht sehr hart und noch weniger zähe. Im Trocknen wirft es sich, stockt leicht und ist dem Wurmfraß sehr unterworfen, so daß es zu Hochbauten als Zimmerholz keinen Werth hat und hierin etwa

dem Buchenholze gleich steht. Dagegen hält es sich unter Wasser, zumal gleich nach dem Fällen verarbeitet, außerordentlich gut, und ist zu Grundpfählen, Rostschwellen und anderen Verbandstücken unter Wasser nächst Eichen das geeignetste Holz. Nach neueren Versuchen ist die Tragfähigkeit des Erlenholzes sogar größer als die des Eichenholzes. Daß bei dem Einrammen von Grundpfählen das Reißen von Eichenpfählen bei gleicher Schwere und Hubhöhe des Rammklotzes früher erfolgte, als bei Pfählen von Erlenholz, ist eine Thatsache, die der Verfasser aus eigener Erfahrung mitzutheilen nicht unterläßt, um die Aufmerksamkeit auf die so selten hinlänglich gewürdigte Brauchbarkeit des Erlenholzes zu Wasserbauwerken zu lenken.

e. Die italienische Pappel (populus italica), ein in Deutschland zwar nicht einheimischer, aber doch überall angepflanzter Baum, schnell wachsend, mit hohem schlankem Stamm und pyramidenförmiger Krone. Das Holz, welches eine schöne gelblich-weiße Farbe hat, etwas härter als Lindenholz und sehr zähe ist, hat starke, jedoch nicht leicht erkennbare Jahresringe, dabei aber ein gleichmäßiges dichtes Gefüge, so daß es nicht reißt, und sich wenig, bei richtigem Austrocknen gar nicht wirft. Zu Verbandstücken wenig geeignet, empfiehlt sich das Holz der italienischen Pappel, welches fester und zäher als das, der in Deutschland heimischen Schwarzpappel und Zitterpappel ist, als Schnittholz, und zwar zur Anfertigung von Gegenständen, wo die oben angeführten Eigenschaften des Holzes, insbesondere die Zähigkeit, entschiedene Vortheile bieten. Zu Treppenauftritten ist das Holz der italienischen Pappel sehr zu empfehlen, eben so zu Fußböden in solchen Räumen, wo das Einbringen von Sand nicht vermieden werden kann. Durch Auslaugen in dem über frisch gelöschtem Kalk in der Grube sich befindenden Kalkwasser kann diesem Holze eine größere Festigkeit gegeben werden, ohne daß dadurch die Zähigkeit vermindert würde; doch wird durch dieses Verfahren die Farbe des Holzes in Hochgelb umgeändert. Als Blindholz ist es jedem andern, selbst dem Lindenholze vorzuziehen.

Nadelhölzer.

a. Die Kiefer, Föhre, Forle (pinus sylvestris), bildet im nördlichen und mittlern Deutschland die ausgedehntesten Waldungen. Der Stamm, mit starkgefurchter Rinde, erhebt sich in geschlossenen Revieren in bedeutender Höhe und mit geringer Abnahme in der Stärke, bis zu den ersten, kräftigen und weitausgebogenen Aesten, und hat bis dahin keine tief eingreifenden Aststellen. Die Nadeln, lang und lebhaft

dunkelgrün gefärbt, sitzen je zwei zusammen und sind um die Triebe gleichmäßig vertheilt. Die Farbe des Holzes ist bei jungen Stämmen gelb mit weißem Splint, bei alten Stämmen treten die Jahresringe lebhaft roth gefärbt hervor und der Splint wird gelb. Ein durchsichtiges Harz füllt die Saftröhren und quillt beim Fällen lebhaft hervor. Das Kiefernholz ist das härteste und schwerste von den in Deutschland einheimischen Nadelhölzern und hat, seines bedeutenden Harzgehaltes wegen, selbst im Wasser und an feuchten Orten eine Dauer, die jene des Fichtenholzes um das Doppelte übersteigt. Bei seiner Schwere weniger elastisch und etwas spröde, eignet sich das Kiefernholz zu Balkenlagen mit einiger Spannweite nicht, jedoch zu Schwellen, Pfosten und anderen Verbandstücken zur Unterstützung verwendet, steht es an Tragfähigkeit dem Eichenholze sehr nahe.

b. Die Lärche (pinus larix), vorzugsweise im Süden von Deutschland heimisch, im nördlichen und mittlern Theile nur wenig verbreitet, weicht von den übrigen Nadelhölzern darin ab, daß sie ihre in Büscheln von 30 und mehr ansitzenden zarten Nadeln, ähnlich dem Laubholze, im Winter vollständig abwirft. Auf geeignetem Boden hat die Lärche von allen Nadelhölzern den kräftigsten Wuchs, so daß schlanke Stämme von 100 Fuß Höhe keine Seltenheit sind. Das bräunlich, auch gelbroth gefärbte und bei alten Stämmen zuweilen dunkel geflammte Holz ist gleichmäßig von Harz durchdrungen, sehr elastisch, zähe und fest. Lärchenholz ist ohne Zweifel das vorzüglichste von den Nadelhölzern, denn es eignet sich, seiner bedeutenden Elasticität wegen, zu Gebälken von weiter Spannung, wie auch seiner Festigkeit uud seines gleichmäßigen Harzgehaltes wegen zu Grundbauten und dem Wechsel der Nässe und Trockenheit ausgesetzten Verbandstücken. Bei dem Vorzuge, daß es vom Wurmfraße nicht leidet, empfiehlt sich das schön gefärbte, schlichte und zur scharfen Bearbeitung geeignete Lärchenholz zu Verkleidungen und Schnitzwerk besonders.

c. Die Weißtanne, Edeltanne (pinus abies), mehr im südlichen als im nördlichen Theile von Deutschland verbreitet, namentlich im Schwarzwalde die vorherrschende Nadelholzart, erreicht bei schlankem Wuchs, mit steigender Abnahme des Stammes und mit herabgehenden hängenden Aesten, deren Ausladung nach oben so abnimmt, daß der Baum einer leicht einwärts gekrümmten Pyramide gleicht, die größte Höhe von allen Bäumen Deutschlands, so daß Stämme von 150 Fuß vorkommen. Die zweifach gerippten und nicht spitzen, sondern herzförmig abgerundeten Nadeln, oben lebhaft dunkelgrün und glänzend, haben unten in den Vertiefungen der Rippen einen weißen Ueberzug und sitzen gefiedert an den Seiten der Zweige, so daß die letzteren von unten frei sind. Das Holz, dem schlanken Wuchse des Baumes

entsprechend, schlicht, fein und langfaserig, hat eine wenig ins Gelbliche spielende weiße Farbe, enthält wenig Harz und ist das leichteste von unseren Nadelhölzern. Seines geringen Harzgehaltes wegen eignet sich das Holz der Weißtanne zu Grundbauten, und wo es der abwechselnden Nässe und Trockenheit ausgesetzt ist, nicht; im Innern aber ist es bei seiner Leichtigkeit und Elasticität besonders zu Balkenlagen mit Vortheil anzuwenden. Die schöne weiße Farbe bei selten vorkommenden Aststellen macht dieses Holz zu Schnittwaaren sehr geeignet. Die Aststellen des Tannenholzes sind ein untrügliches Merkmal zur Unterscheidung von dem sonst sehr ähnlichen Holz der Fichte; sie sind dunkel, beinahe schwarz gefärbt und scharf von der anliegenden Holzmasse abgegrenzt, springen beim Beschlagen trocken ab und brechen bei Schnittwaaren unter ganz unbedeutendem Drucke durch.

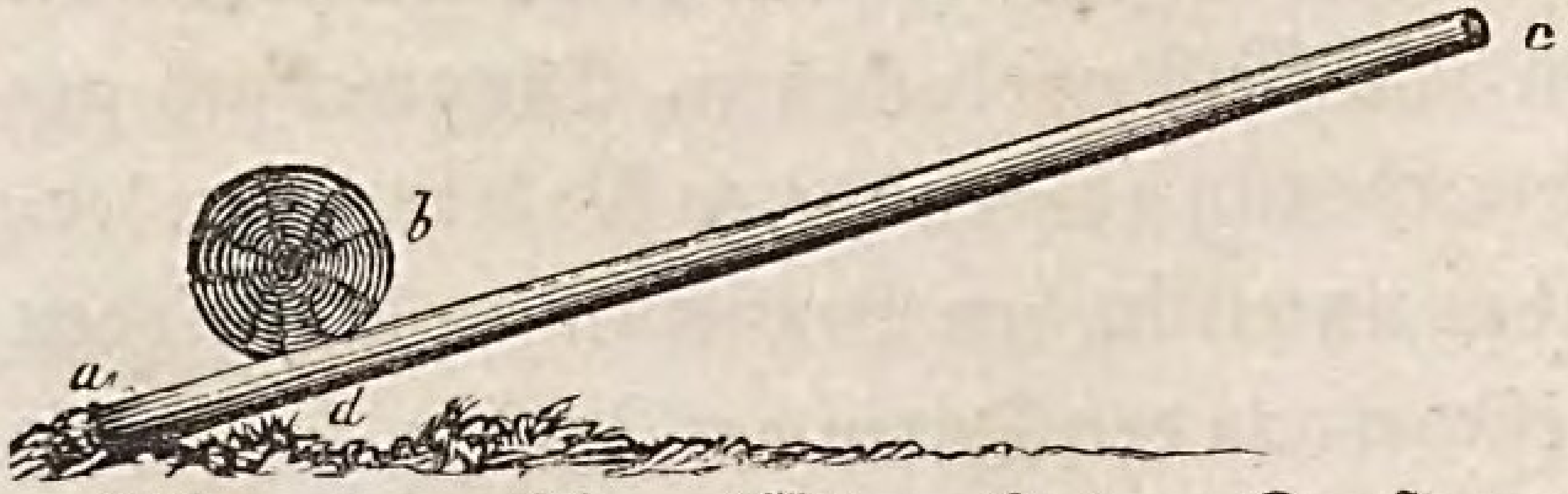
d. Die gemeine Fichte (pinus picea), der allgemein verbreitete Nadelholzbaum im nördlichen Deutschland, namentlich im Thüringerwald und im Fichtelgebirge, hat den Wuchs wie die Weißtanne, nur weniger schlank, so daß der Stamm bei gleicher Stärke eine geringere Höhe hat. Die pfriemenförmigen, scharf zugespitzten und glänzenden Nadeln sitzen einzeln um den ganzen Zweig, und nur unten etwas weniger dicht. Das Holz, etwas schwerer und fester als Tannenholz, ist harzreicher und hat eine röthlichgelbe Farbe. Zu Grundbauten, welche stets unter Wasser stehen, kann es dem Kiefernholz gleich verwendet werden; in abwechselnder Nässe und Trockenheit ist es dem Verstocken unterworfen. Wenn das Fichtenholz bei Balkenlagen, wegen der bedeutendern Stärkeabnahme der Stämme, dem Holze der Weißtanne nachsteht, so hat es doch, zu allen inneren Verbandstücken verwendet, den Vorzug einer größern Festigkeit und Dauer.

Zweiter Abschnitt.

Von den Hebezeugen.

1. Der einarmige Hebel. Bei dem einarmigen Hebel sind nach Fig. 4. drei Punkte, der Angriffspunkt der Kraft *c*, der Angriffspunkt der Last *d* und der Unterstützungspunkt *a* zu berücksichtigen. Die Last liegt zwischen dem Angriffspunkt der Kraft und dem Unterstützungspunkt; es

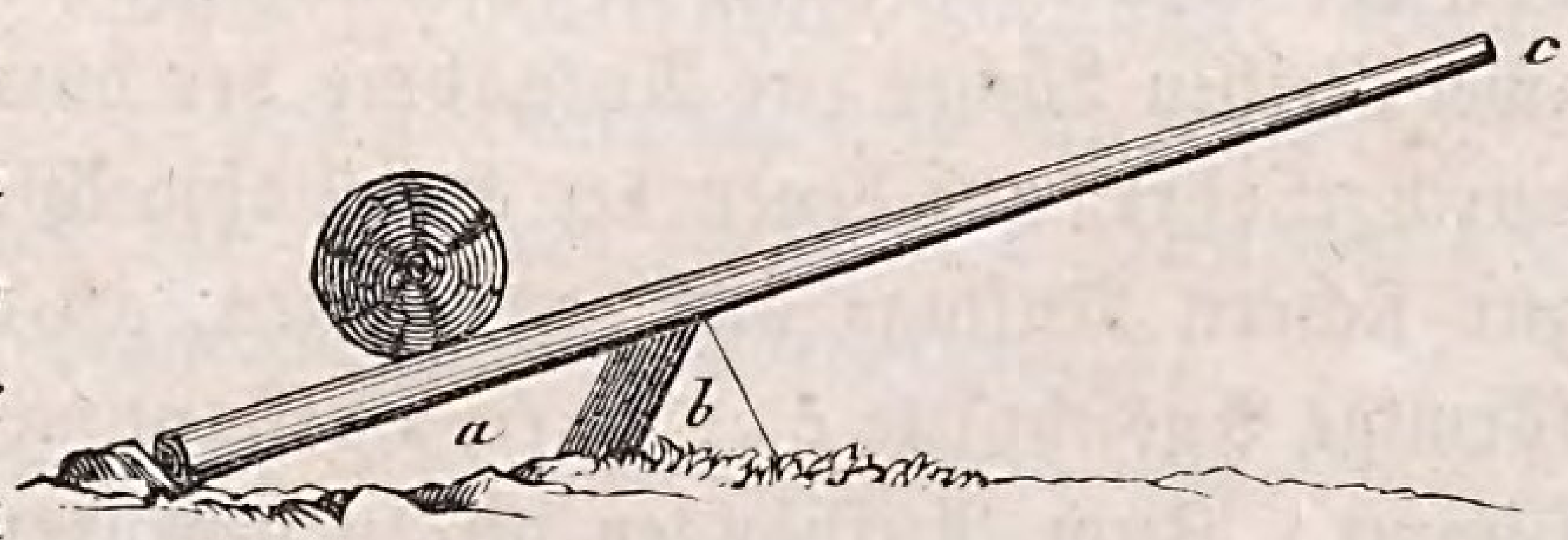
Fig. 4.



wird sonach, wenn die Last gehoben werden soll, die Kraft mit der Last sich nach einer und derselben Richtung bewegen müssen. Da nun das Gewicht des Hebels mitgehoben werden muß und der Angriffspunkt nicht höher als bis zur Brust des Arbeiters angenommen werden darf, so sind unnöthig lange und schwere Hebel nicht vortheilhaft, und werden am zweckmäßigsten etwa 6 Fuß lange Handspeichen dazu genommen. Aus dem Gesetze, daß die Kraft sich zur Last verhält wie der Hebelsarm der Last zum Hebelsarm der Kraft, ergiebt sich die Berechnung der erforderlichen Kraft zum Bewegen einer bestimmten Last. Wenn man mit der Verhältnißzahl, die sich aus dem Verhältniß der Länge des Hebelarmes der Last (von *a* bis *d*) zu der Länge des Hebels (von *a* bis *c*) ergiebt, in die Last dividirt, so giebt der Quotient die erforderliche Kraft an, welche der gegebenen Last das Gleichgewicht hält. Mit einem geringen Zuschuß von Kraft wird dann die Last gehoben. Zu gleichem Resultate gelangt man, wenn man die Last mit der Länge des Hebelarmes der Last (*a* bis *d*) multiplicirt und dieses Product durch die Länge des Hebelarmes der Kraft (*c* bis *d*) dividirt; der Quotient giebt das Verhältniß der Kraft zur Last.

2. **Der zweiarmige Hebel.** Der zweiarmige Hebel ist von dem einarmigen dadurch verschieden, daß der Unterstützungspunkt *b* nach Fig. 5 zwischen der Last und dem Angriffspunkte der Kraft *c* liegt. Soll nun die Last gehoben werden, so muß die Kraft nach unten hin wirken. Da nun der Arbeiter mehr drücken als heben kann, und die Schwere des Hebels mitwirkt, so ist es klar, daß der zweiarmige Hebel zum Heben schwerer Lasten geeigneter ist, als der einarmige. An diesem Hebel ist der Hebel der Last von *a*, wo die Last ruht, bis zum Unterstützungspunkte *b* und der Hebelarm der Kraft vom Unterstützungspunkte *b* bis zum Angriffspunkte der Kraft *c* anzunehmen.

Fig. 5.

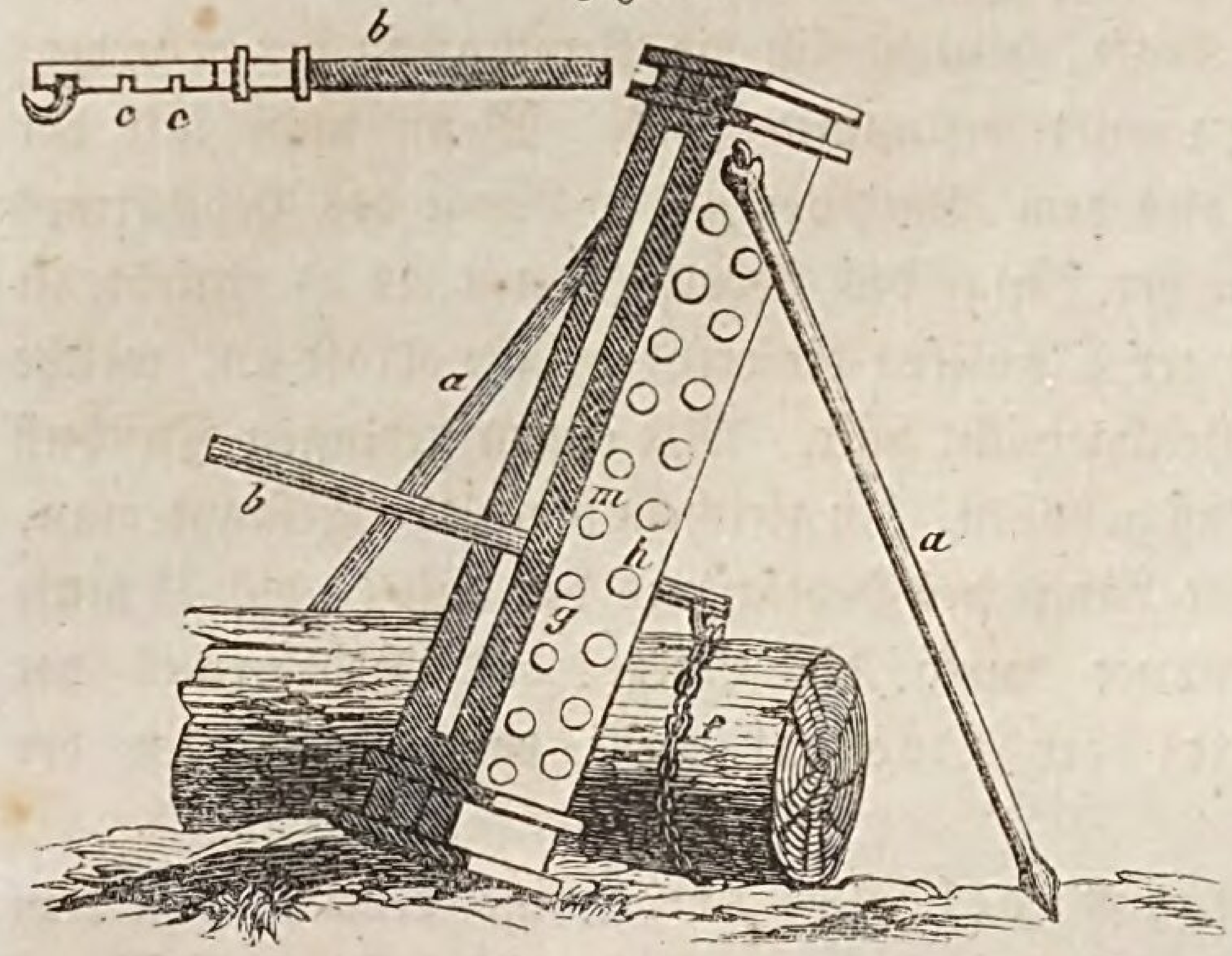


Die Berechnung der Kraft ist wie bei dem einarmigen Hebel, nur beträgt der Hebelarm der Kraft nicht die ganze Länge des Hebels, sondern nur die Länge vom Unterstützungspunkte *b* bis zum Angriffspunkte *c*. Die Schwere des Hebels, welcher nach unten drückt, wird der Last nicht hinzugefügt, sondern, wenn der Hebelarm der Kraft schwerer ist, als der Hebelarm der Last, der Gewichtsunterschied von der Last abgezogen.

3. **Die Hebelade.** Die Hebelade wird entweder aus einem Stück Holz von 8 bis 10 Fuß Länge und 7 bis 8 Zoll Stärke angefertigt und

daraus die zur Aufnahme des Hebels erforderliche Aushöhlung durchgearbeitet, oder sie besteht aus zwei Bohlen, zwischen welchen unten und oben ein Bohlenstück befestigt ist, welches die Hauptbohlen in der Breite des Schlitzes aus einander hält. In beiden Fällen wird der untere und der obere Kopf durch starke Eisenbänder zusammengehalten. Zur Verhinderung des Ausgleitens werden am untern Kopfe zwei bis vier starke eiserne

Fig. 6.

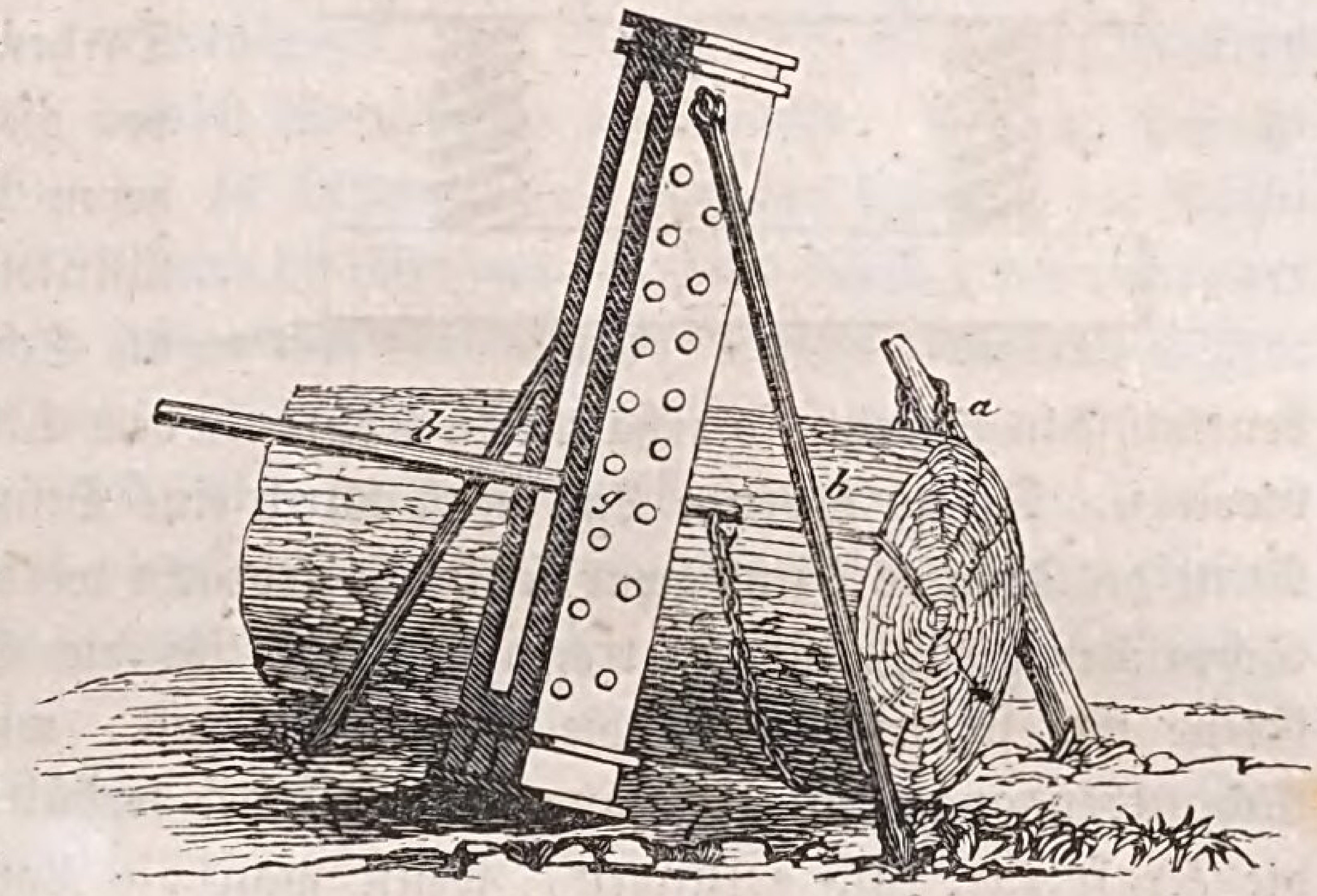


Spitzen angebracht, und es befinden sich bei größeren Hebeladen auf beiden Seiten, vom Oberkopf ausgehend, noch eiserne Stützen *a a*. Um dem Hebel *b*, welcher entweder von Eisen, etwa 1 und 1 ½ Zoll stark, oder von Holz mit dem eisernen Angriffe durch zwei Ringe verbunden, angefertigt ist, einen veränderlichen Stützpunkt zu geben, werden auf der breiten Seite, nicht weit von der Kante entfernt, in regelmäßigen, aber wechselnden Entfernungen zwei Reihen Löcher zur Aufnahme der durchzusteckenden zwei Eisenbolzen durchgebohrt, auf denen der Hebel abwechselnd ruht. Der Hebel erhält, zur sichern Auflage auf den Bolzen, an der Unterkante zwei halbkreisförmige Ausschnitte *c c*, deren Entfernung mit den Bohrlöchern übereinstimmt. Zum Aufhängen der zu hebenden Last befindet sich am vordern Ende des Hebels ein starker beweglicher Haken. Die Hebeladen, wenn auch hauptsächlich zum senkrechten Heben von Lasten bestimmt, können eben so wol zum Ziehen, als Ersatz für Winde und Flaschenzug, in Anwendung kommen. Beim Heben eines nicht sehr schweren Stammes stelle man die Hebelade so weit von dem Stammende entfernt, daß noch ein Vorderwagen untergefahren werden kann, mit etwas Steigung nach dem Stamme zu auf, sichere dieselbe gegen das Umschlagen durch Einsetzen der Stützen *a a*, schlinge alsdann eine Kette um den Stamm, hänge den Haken des Hebels *b* in dieselbe, stecke nun bei *g* unter den Hebel einen Bolzen ein und drücke den Hebel nieder. Ist der Hebel so weit herunter gebracht, daß man bei *h* einen Bolzen unterstecken kann, dann hebe man den Hebel wieder in die Höhe, nehme den Bolzen aus *g* und stecke ihn bei *m* ein, und so fort, bis der Stamm hoch genug gehoben ist. Wendet man statt des

unterhalb ausgekerbten Hebels einen stärkern durchbohrten Hebel an, so ist zwar das Einstecken der Bolzen umständlicher, die Gefahr des Ausgleitens von den Bolzen aber beseitigt.

Bei sehr dicken Stämmen werden die Stützen *b b* nicht von oben nach vorn, sondern gegen den Seitenschub seitlich aufgestellt, und es wird die Hebelade gegen das Umschlagen nach vorn durch ein starkes Stück Holz *a*, welches auf den Stamm zur Befestigung der Kette *e* aufgelegt ist, gesichert. Ist die Kette möglichst straff an den Hebel angehängt, so wird die Last vermittelst des Hebels gehoben. Durch die Wirkung ihres Gewichts bei *a* und die Wirkung der Kraft am Hebel *b* hebt sich die Last senkrecht. Mit der Steigung der Last nähern sich die Hebelade und die Stütze *a* immer mehr der senkrechten Stellung. Beim Aufladen dicker Stämme wird zuerst das Stammende und dann das Zopfende, beim Abladen dagegen wird das Zopfende zuerst vom Hinterwagen gehoben, und alsdann erst das Stammende vom Vorderwagen.

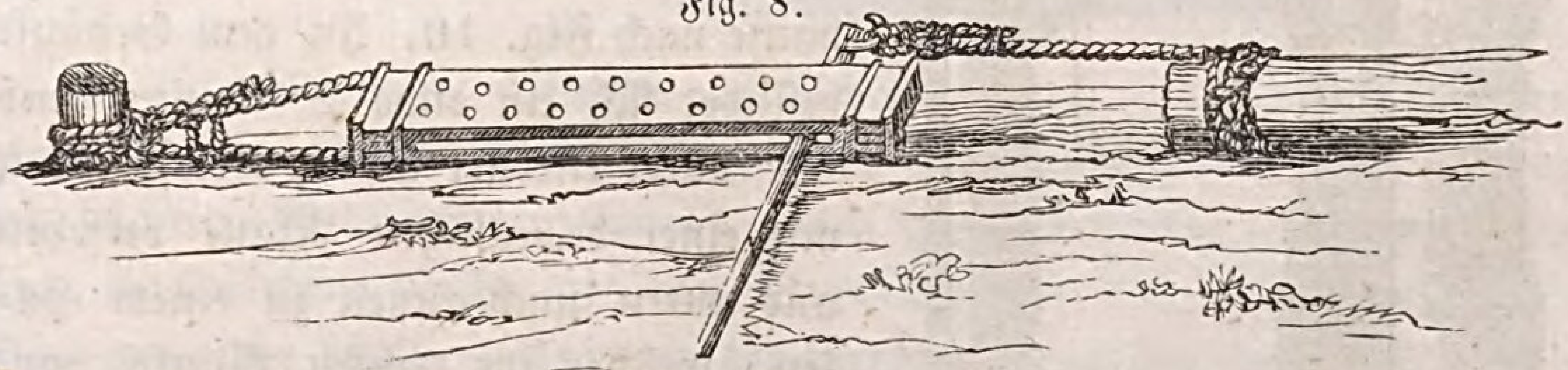
Fig. 7.



Beim Abladen sehr schwerer Hölzer hebe man zuerst von dem Hinterwagen, ziehe denselben zurück und unterbaue den Klotz der Art, daß er beim Niederlassen nach hinten das Uebergewicht erhält, und so der Vorderwagen frei wird.

Zum Zuge, als Ersatz der Erdwinde oder des Flaschenzuges, legt man die Hebelade mit dem Kopfe an einen Pfahl oder andern dazu geeigneten Gegenstand fest, verbindet den zu ziehenden Gegenstand nach Fig. 8

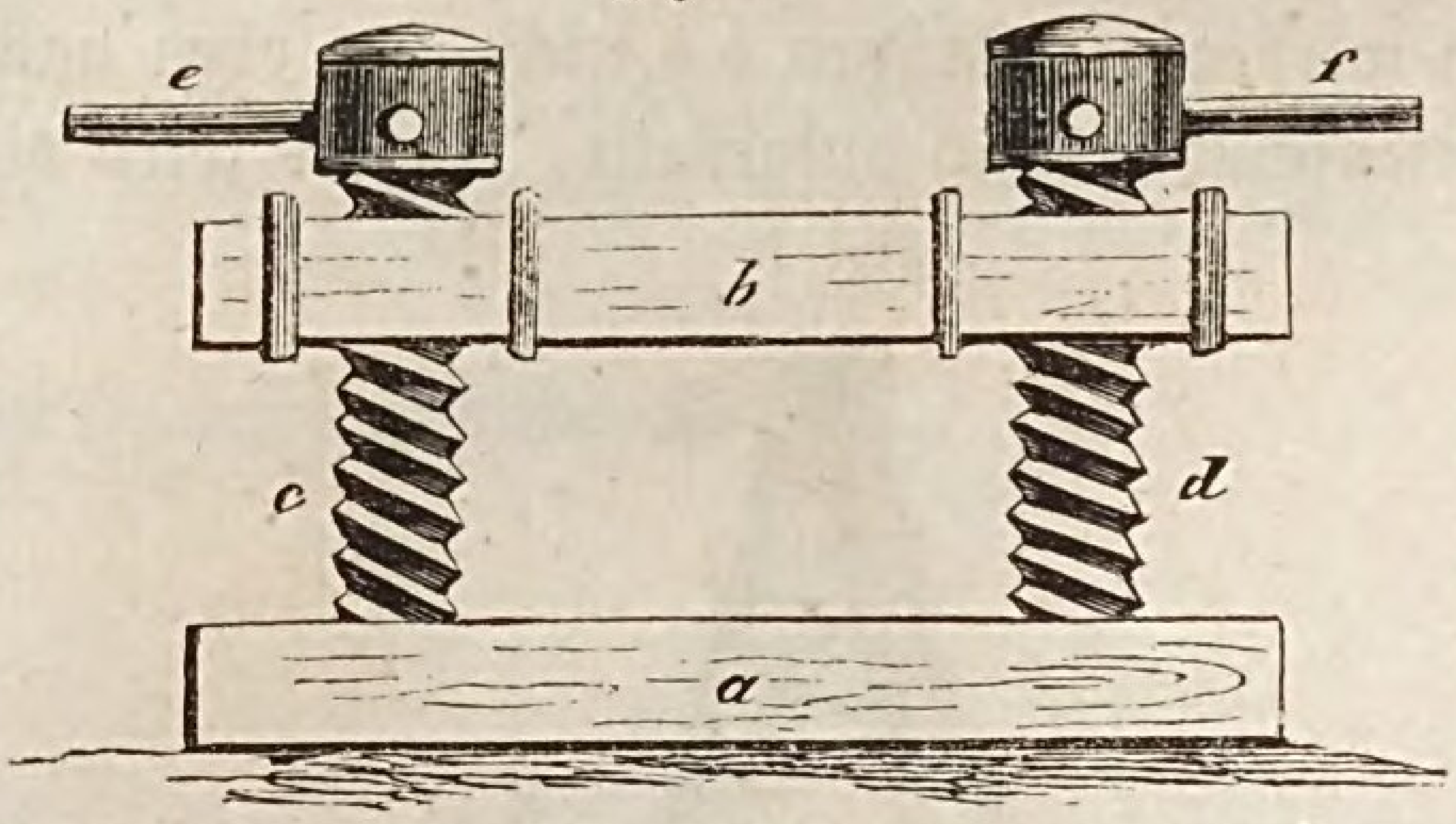
Fig. 8.



durch ein Seil mit dem Ende des Hebels, und verfährt nun zum Anziehen ganz eben so, wie bei der Anwendung der Hebelade zum Heben angegeben wurde.

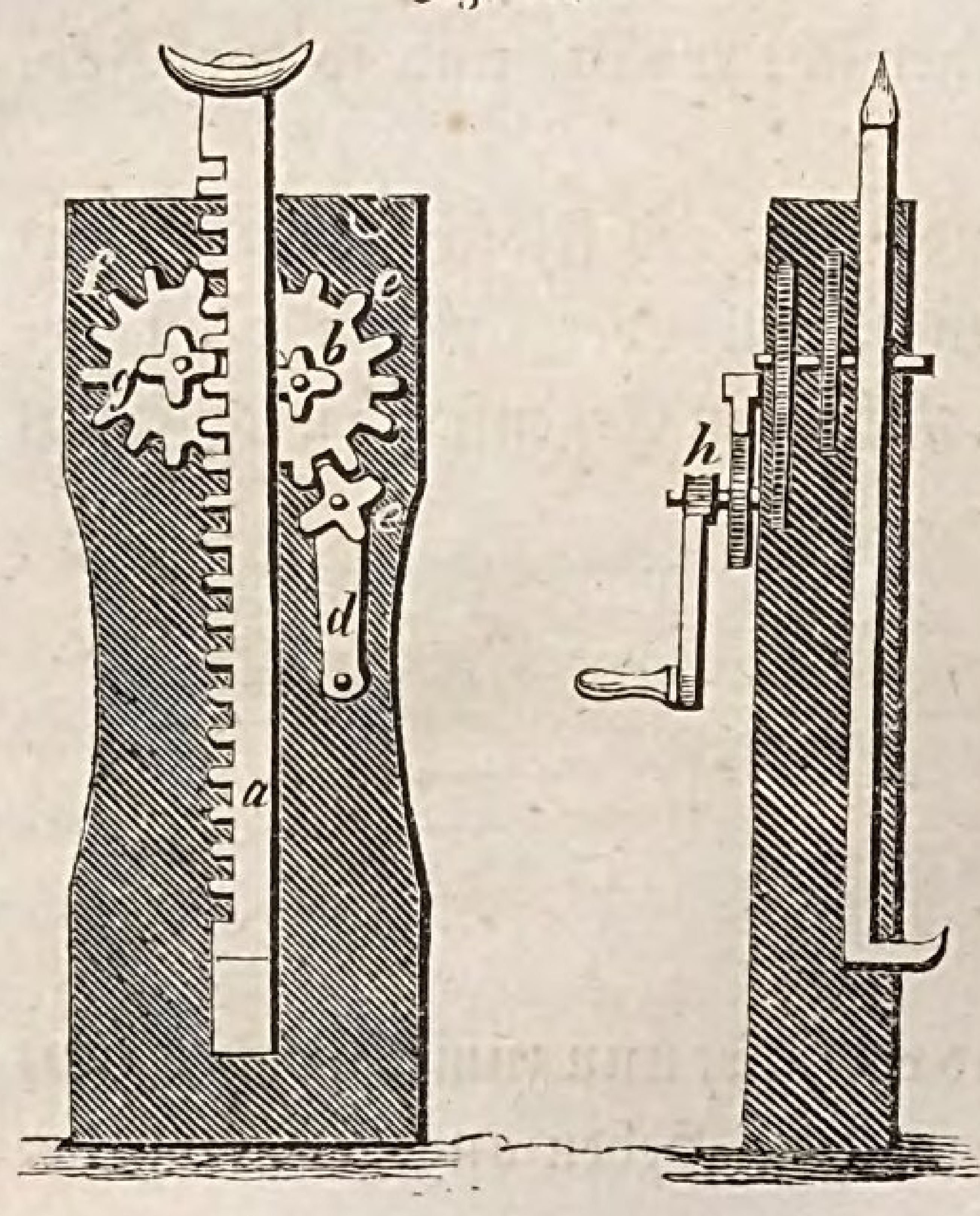
4. **Der Schraubensatz.** Der Schraubensatz besteht nach Fig. 9 aus einer Schwelle *a* mit zwei Spuren für die Schrauben, dem Träger *b* mit zwei Muttern, zwei Schraubenspindeln *c* u. *d* und zwei Hebeln od. Schraubenschlüsseln *e* u. *f*. Werden Hebel zum Drehen angewendet, so werden die Schraubenköpfe zu deren Aufnahme im rechten Winkel durchbohrt; werden die Schrauben mit Schraubenschlüsseln gedreht, so erhalten die Köpfe ein dem Schlüssel entsprechendes Gevierte. Die zu hebende Last muß durch eine Stütze (Sprieße) auf die Mitte des Trägers *b* und zwar senkrecht gebracht werden, damit die beiden Schrauben gleichmäßig zu tragen haben. Da die Schraube eine schiefe Ebene ist, so verhält sich die Kraft zur Last, wie sich die Höhe des Schraubenganges zum Umfange der Spindel verhält. Es wird hiernach die Kraft zur Last gefunden, wenn man die Last mit der Höhe des Schraubenganges multiplicirt und das Product durch den Umfang der Spindel dividirt; der Quotient giebt die zum Heben der Last erforderliche Kraft. Hiernach wäre eine sehr starke Schraube mit sehr flachem Schraubengange die vortheilhafteste. Da nun aber zu den Schraubensätzen des Zimmermanns hölzerne Schraubenspindeln verwendet werden, und die in dem Träger *b* enthaltenen Schraubenmuttern ebenfalls in Holz eingeschnitten sind, so darf das Schraubengewinde nicht zu flach werden, und es müssen der Schraubenzahn und die Einkerbung, um genügend stark zu sein, wenigstens einen rechten Winkel bilden.

Fig. 9.



5. **Die Winde.** Die Winde des Zimmermanns ist in der Regel die übliche Wagenwinde mit hölzernem Gehäuse nach Fig. 10. In dem Gehäuse befindet sich ein etwa 2″ breiter und 3/4″ dicker eiserner Stab, welcher oben mit einer beweglichen Klaue versehen und unten nach außen zu einem Haken, welcher im rechten Winkel vortritt, umgebogen ist. Es giebt Winden mit einfachem und solche mit doppeltem

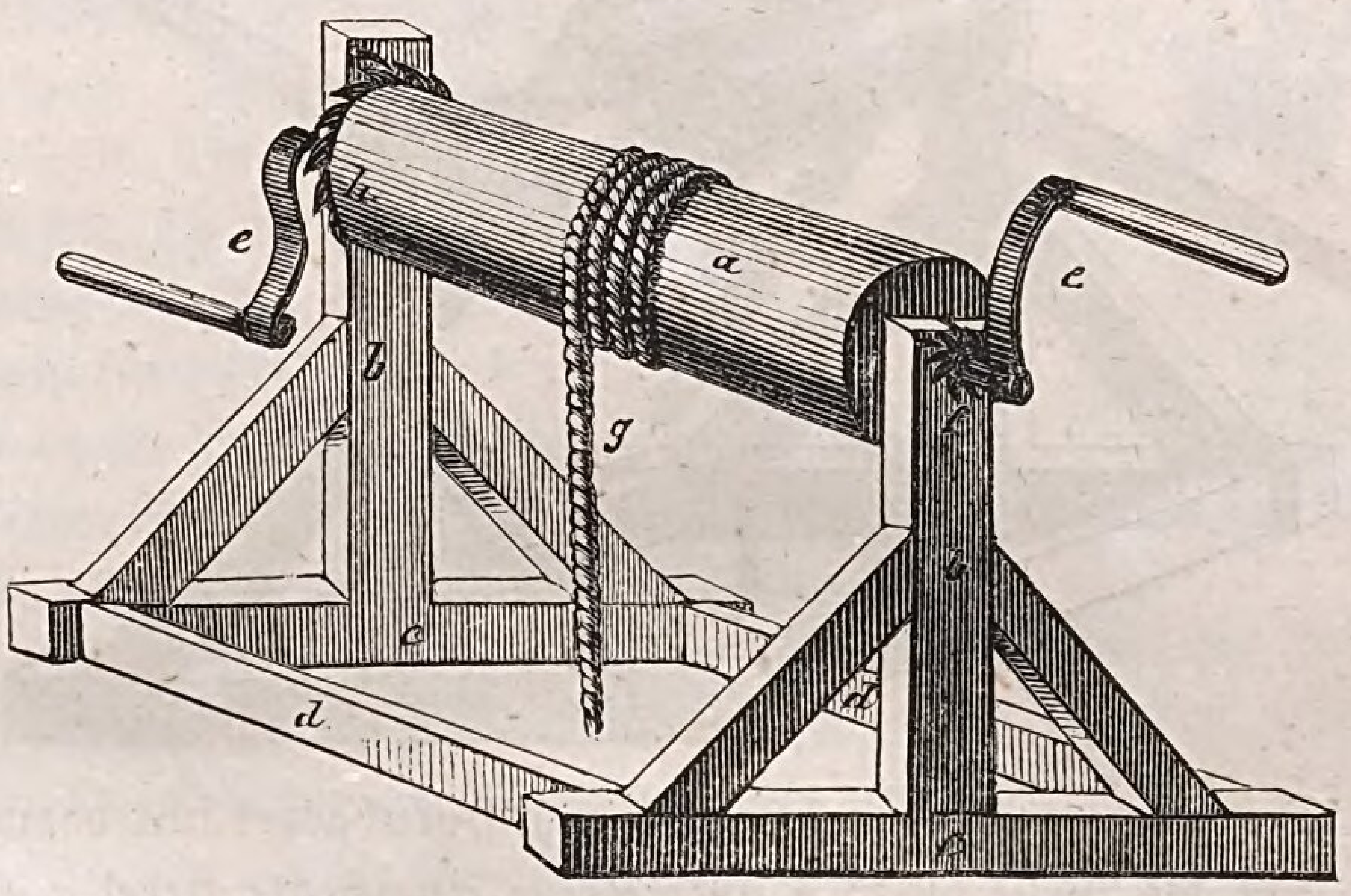
Fig. 10.



Getriebe. Bei den Winden mit einfachem Getriebe wird die gezahnte Zugstange *a* durch ein Stirnrad *c* und ein Getriebsrad *b*, welche durch eine Kurbel *d* in Bewegung gesetzt werden, gehoben. An Winden mit doppeltem Getriebe sind außer den angeführten zwei Rädern noch zwei andere angebracht, von denen das Rad *f* in das kleinere Rad *b* eingreift, und das Rad *g* erst zum Bewegen der Zahnstange bestimmt ist. An beiden Winden ist außerhalb des Gehäuses, zur Verhütung des Zurücksinkens der Last, ein Sperrrad *h* nebst Sperrhaken angebracht. Bei der Berechnung multiplicirt man die zu hebende Last mit der Summe der Halbmesser der kleineren Räder, und dividirt das Resultat durch die Summe der Halbmesser der größeren Räder mal der Länge der Kurbel; hieraus ergiebt sich die erforderliche Kraft. Gleiches Resultat erhält man, wenn man die zu hebende Last mit der Kreisbewegung des kleinern Rades *g* multiplicirt und das Product durch die Kreisbewegung der Kurbel dividirt. Beiden Resultaten sind für die nicht unbeträchtliche Reibung noch 15 Procent zuzusetzen.

6. Der Hornhaspel besteht aus einer runden Welle mit zwei eisernen Zapfen, welche in zwei eisernen, mit Deckeln versehenen Lagern

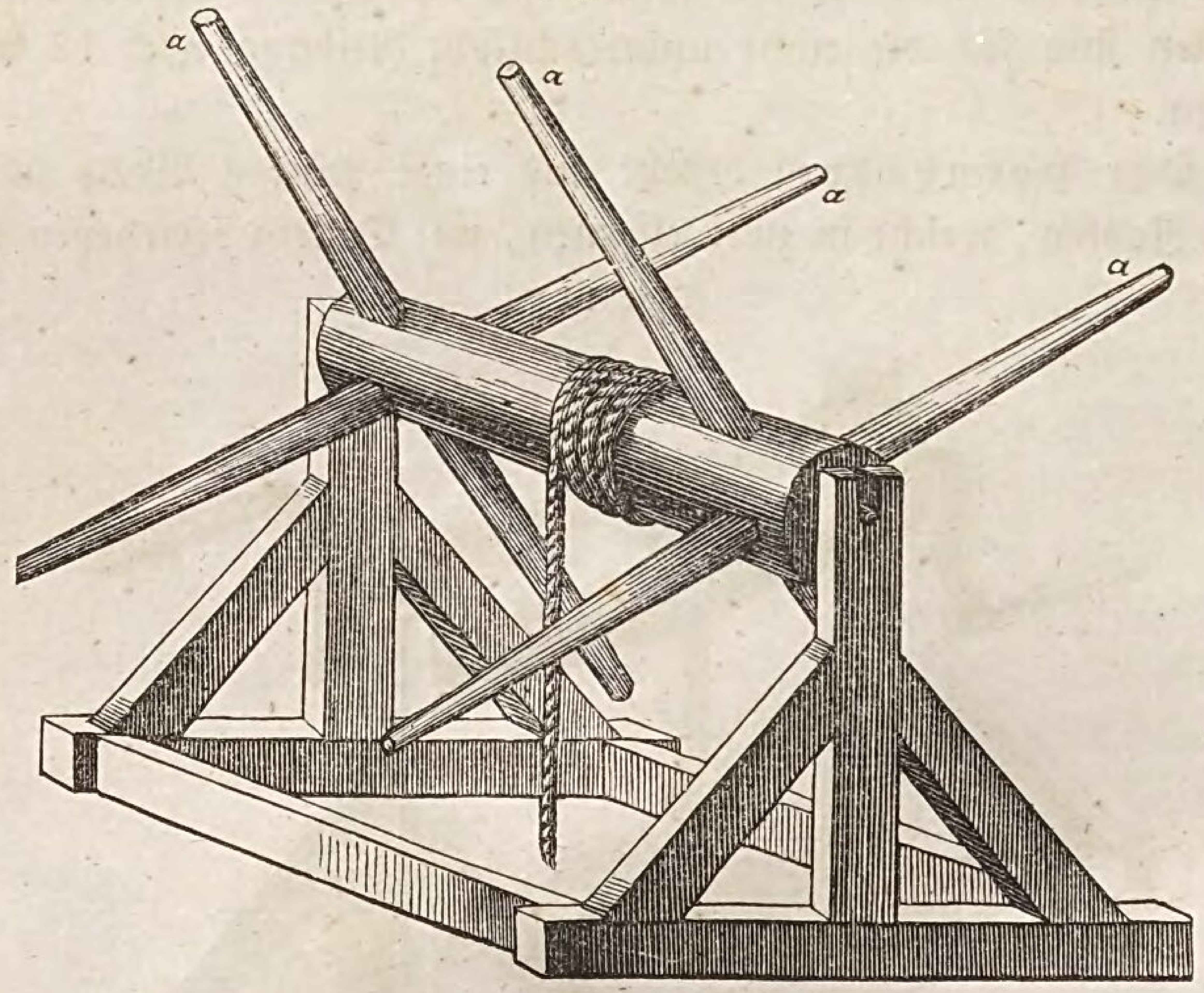
Fig. 11.



ruhen. Die Ständer *b b* stehen auf Schwellen *c c*, welche durch Streben gegen seitliches Ausweichen gesichert sind. Die Längeschwellen *d d* werden des leichtern Auseinandernehmens wegen durch Schwalbenschwanzzapfen und eingetriebene Keile mit den Querschwellen *c c* verbunden. Zur Bewegung der Welle *a* sind an der Verlängerung der Lagerzapfen versetzte Kurbeln *e e* angebracht. Zur Verhütung einer Rückwirkung der Last wird entweder außen am Zapfen bei *f*, oder besser bei *h* an der Welle,

ein Sperrrad mit Sperrhaken angebracht. Die Welle *a* darf nicht höher als etwa 3 Fuß über dem Gestelle liegen; die Kurbeln *ee* dürfen nicht höher, als bis zur Schulter, und nicht tiefer, als daß sie der Arbeiter ohne Kniebiegen erfassen kann, reichen, damit der Arbeiter seine volle Kraft anwenden kann. Dieß ergiebt eine Kurbellänge von etwa 18 Zollen. Damit beim Umdrehen kein Ruck durch den trägen Moment entsteht, müssen die Kurbelarme unter einem Winkel von 172^0 gegen einander stehen. Bei dem Haspel verhält sich die Kraft zur Last, wie sich der Halbmesser der Welle zur Länge der Kurbel verhält. Bei zwei Kurbeln vertheilt sich die hiernach gefundene Kraft in die Hälfte für jeden Arbeiter. Ist die Last gegeben und eben so die Kurbellänge, so multiplicirt man die gegebene Kraft mit der Kurbellänge, und dividirt das Product durch die bekannte Last; der Quotient giebt den Halbmesser der Welle.

Fig. 12.



7. Der Kreuzhaspel ist von dem Hornhaspel nur dadurch verschieden, daß die Welle durch 4 über Kreuz eingesteckte Hebel *a a* in Bewegung gesetzt wird. Die Berechnung der Kraft ist dieselbe wie bei dem Hornhaspel, wenn die Länge der Hebelarme vom Angriffspunkt bis zur Mitte der Welle, statt der Kurbellänge, angesetzt wird.

8. Der Rollenzug wird gebildet, indem man mehrere bewegliche Rollen unter sich zum Heben einer Last verbindet.

Die Befestigung der Scheiben ist entweder nach Fig. 13, daß alle Tauenden am Gerüste befestigt sind, und die Scheiben mit der Last hinauf-

gezogen werden, oder nach Fig. 14, daß die Tauenden an der Last befestigt werden und die Scheiben, mit Ausnahme der an dem Gerüste befestigten Hauptscheibe, beim Aufziehen der Last heruntergehen. Bei den Rollenzügen nach Fig. 13 ist das Gewicht der Scheiben, welche mit der Last gehoben werden müssen, der zu hebenden Last zuzufügen; bei denen nach Fig. 14 ist das Gewicht der Scheiben, welches abwärts mit ziehen hilft, von der zu hebenden Last abzuziehen. Da bei beweglichen Rollen die halbe Kraft zum Heben einer Last erforderlich ist, so besteht die Berechnung der Kraft für den Rollenzug Fig. 13 darin, daß man das zu hebende Gewicht durch so viel mal 2 dividirt, als bewegliche Rollen mit einander verbunden sind, wobei die letzte Rolle, von der das Zugseil ausgeht, nicht gerechnet werden kann. Bei dem Rollenzug nach Fig. 14 wird die Kraft zum Heben der Last gefunden, wenn man für jedes Tau, *a b c*, welches an der Last befestigt ist, eine 2 setzt, diese mit einander multiplicirt und von dem Product 1 abzieht; der Rest giebt das Verhältniß der Kraft zur Last. Sind die Gerüste zum Befestigen der Rollenzüge vorhanden, so gewähren sie manchen Vortheil vor den Flaschenzügen. Die Herstellung durch einfache Rollen ohne weitläufige Vorkehrungen, geringere Reibung und geringerer Widerstand durch die Steifheit der Seile und das Verwenden kurzer Seile oder Taue sind wohl zu berücksichtigende Vorzüge, welche für deren Anwendung empfehlend angeführt werden können.

Fig. 13.

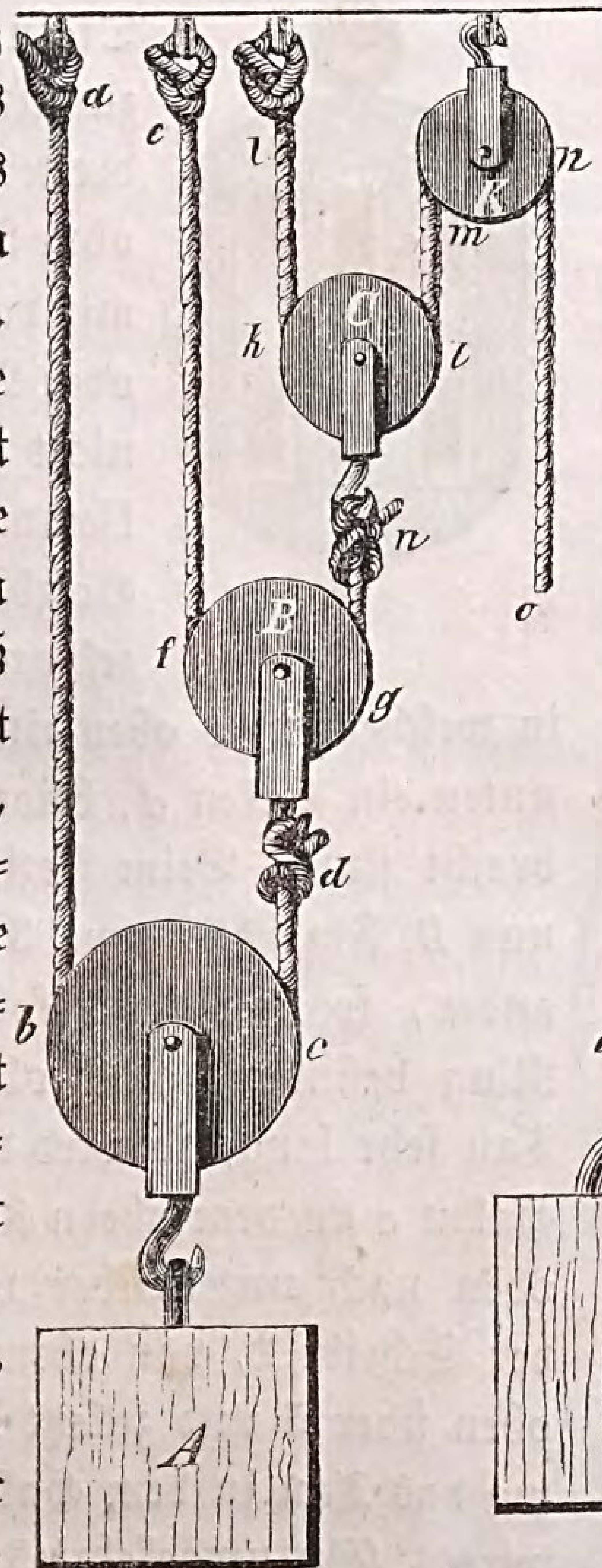
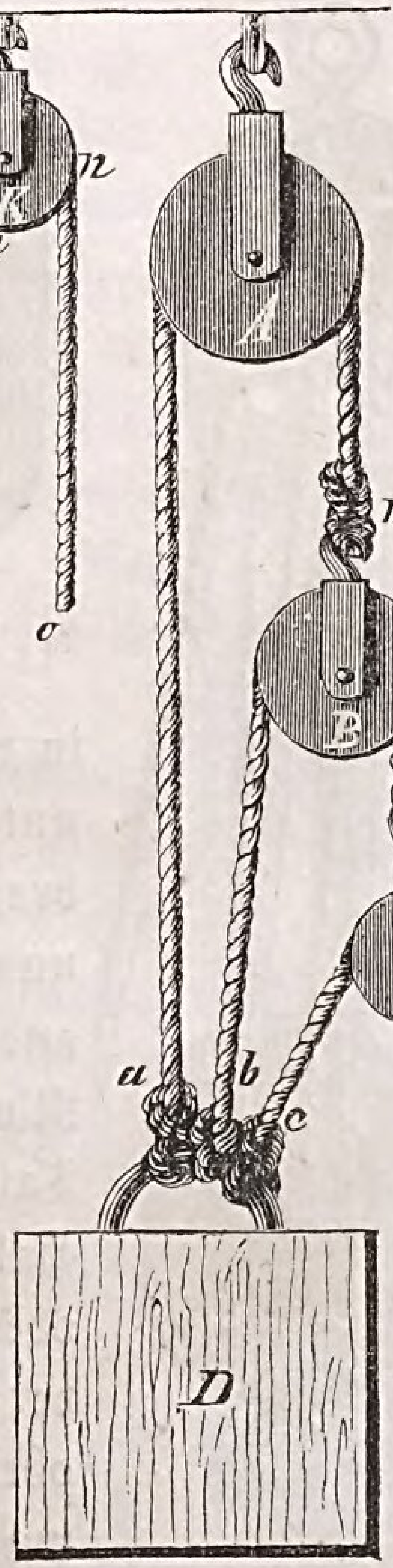


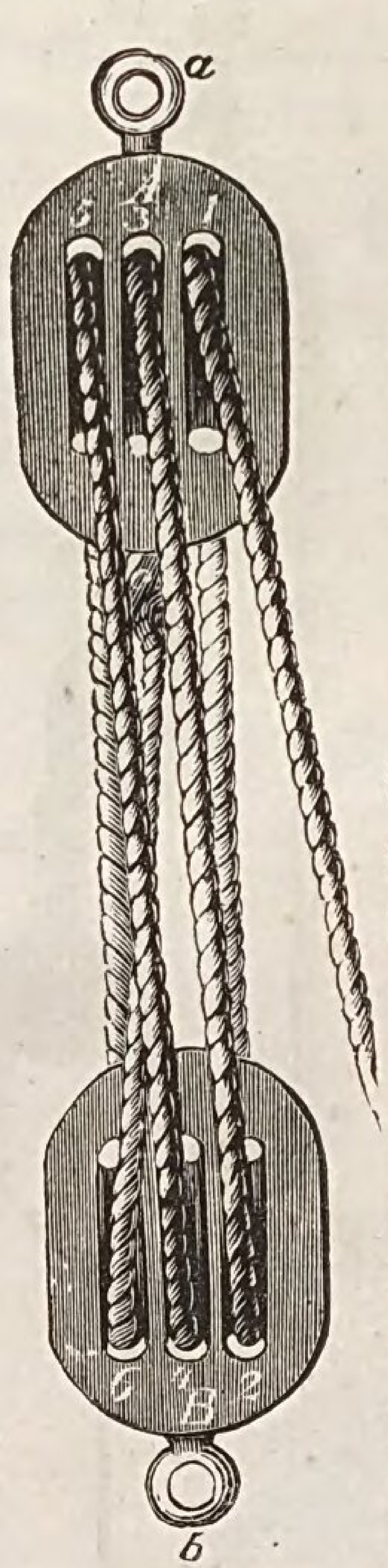
Fig. 14.

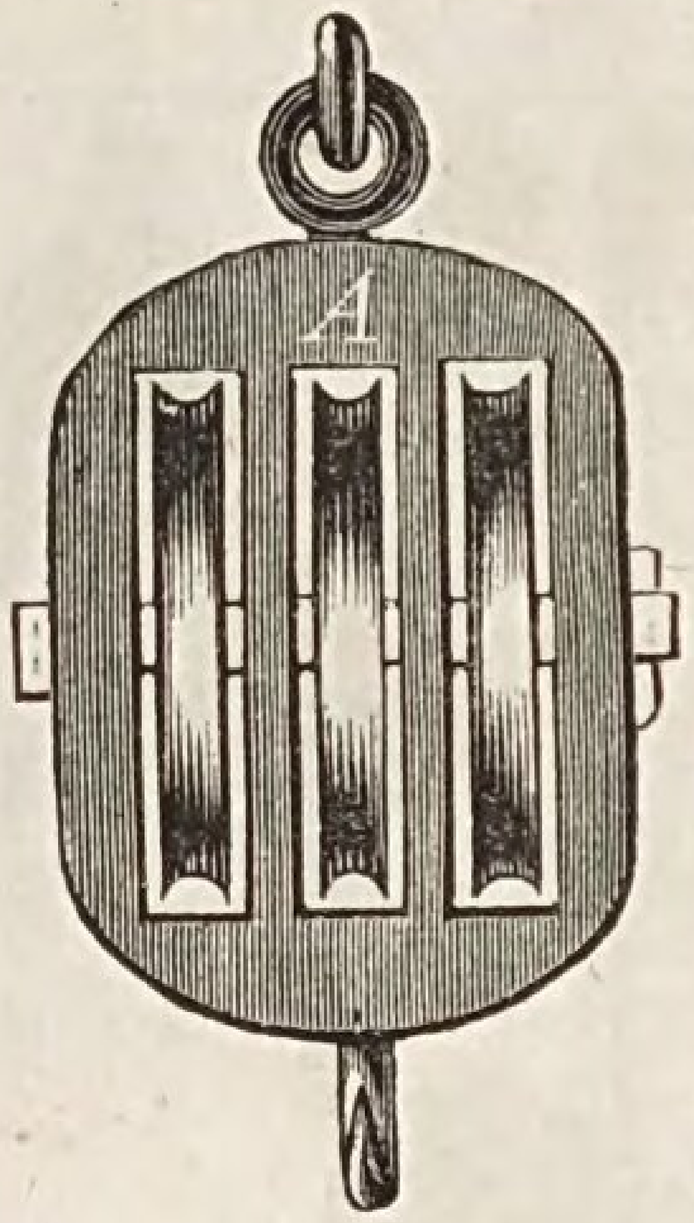


9. Die Flaschenzüge. Bei den Flaschenzügen bewegt sich nicht jede Rolle für sich, sondern sie bewegen sich gemeinschaftlich neben einander um einen Zapfen, oder über einander, jede Rolle auf eigenem Zapfen, deren Entfernung von einander unveränderlich ist.

Fig. 15 stellt einen Flaschenzug mit neben einander liegenden Rollen vor, welcher aus zwei Kloben und dem dazu gehörigen Tauwerk besteht. In einem Kloben von Holz, am besten Rüster- oder Eschenholz, bewegen

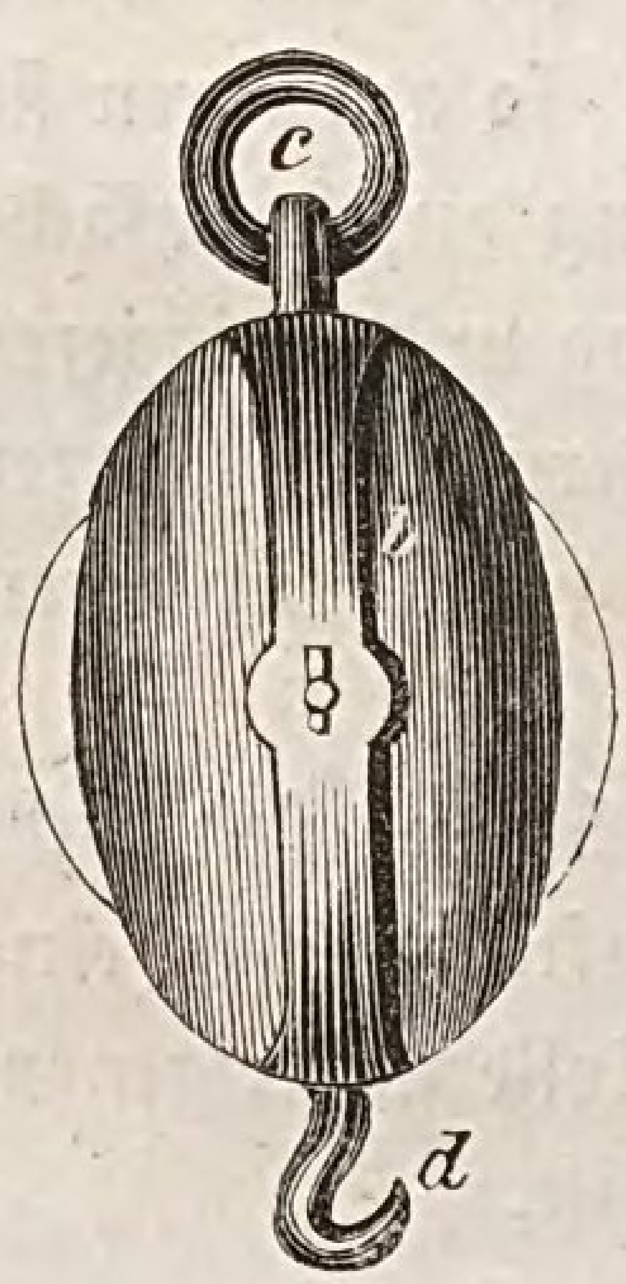
Fig. 15.





sich 3 Scheiben um ihren Mittelpunkt gemeinschaftlich auf einem Bolzen. Die in dem Kloben befindlichen Schlitze zur Aufnahme der Rolle dürfen nicht breiter sein, als daß darin die Rolle ohne Reibung sich bewegen kann, damit das Tau beim schrägen Anziehen oder Ausspringen von der Rolle sich nicht zwischen Wand und Rolle einklemmt. Um das Aufspringen des Holzklobens zu verhüten, erhält derselbe nach Fig. 16 einen Eisenbeschlag, in welchem nach oben ein Kloben mit Ring *c* und nach unten ein Haken *d*, beide mit Wirbeln versehen, angebracht sind. Beim Beziehen legt man beide Kloben *A* und *B*, Fig. 15, etwa 3 bis 4 Fuß entfernt, über einander, so daß der Kloben *A*, woran sich Haken und Ring befinden, nach oben zu liegen kommt. Ist das Tau sehr lang, so wird das kurze Ende, welches in dem Haken *c* an dem obern Kloben befestigt werden soll, von oben nach unten über der Scheibe 1, von unten über der Scheibe 2, von oben über 3, von unten über 4, von oben über 5 und zuletzt von unten über 6 geführt, von wo das Tau in dem Haken *c* im obern Kloben befestigt wird. Ein umgekehrtes Verfahren, wobei das Ende zuerst am Kloben *c* befestigt und von da das ganze Tau rückwärts über die Rollen geführt würde, müßte unausbleiblich zu Verschlingungen des Taues führen.

Fig. 16.



In Fig. 17 ist ein Flaschenzug mit über einander liegenden Rollen, welche sich, eine jede für sich, um eigene Bolzen drehen und, statt in einem Holzkloben, in einem Eisenbeschlag befestigt sind, welcher, hier aus geraden Schienen bestehend, besser aus zwei Eisenplatten besteht, welche die Scheiben ganz decken und das Abspringen des Taues von den Rollen verhindern. Während bei den Flaschenzügen mit neben einander

liegenden Rollen beide Kloben gleich groß sind, ist dies bei denen mit über einander liegenden Rollen nicht der Fall. Der Durchmesser der Scheiben im untern Kloben ist um die doppelte Taustärke größer, als jene im obern Kloben, und es nimmt wieder der Durchmesser der Scheiben von der größten zur nächstfolgenden, sowol bei dem obern als dem untern Kloben, um die doppelte Taustärke ab. Beim Beziehen des Zuges werden wieder beide Kloben, senkrecht über einander, und zwar der Kloben *A* mit zwei Haken versehen, dessen Scheiben zugleich die geringeren Durchmesser haben, nach oben, und beide Kloben mit den kleinsten Scheiben gegen einander gekehrt, aufgelegt. Das kurze Ende des Taues wird über die obere große Scheibe *m*, dann über die große Scheibe *d*, über *n*, über *e*, über *o* und zuletzt über *f* nach dem Kloben *g* geführt, wo es befestigt wird.

Fig. 17.



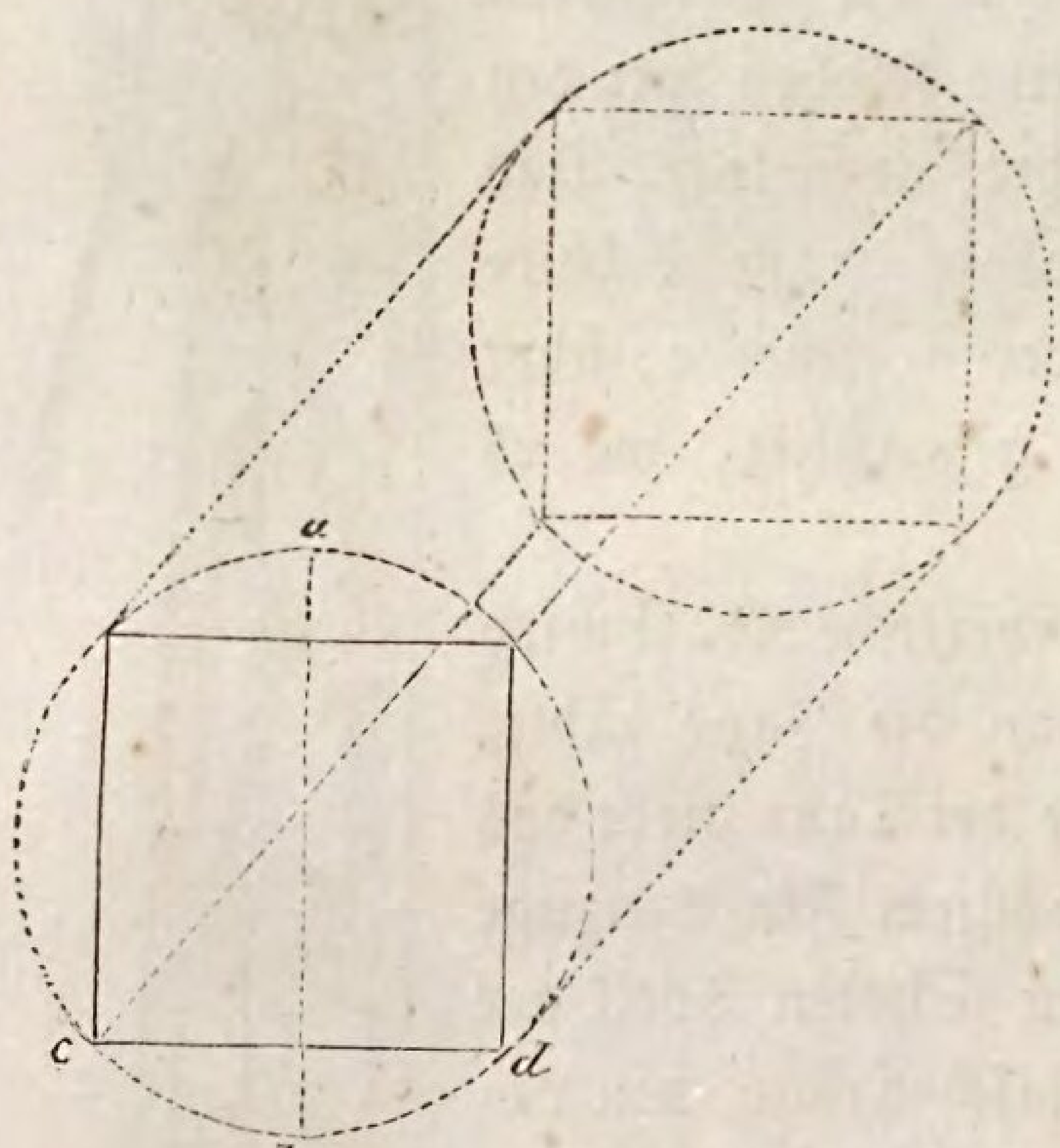
Die zum Aufziehen einer Last erforderliche Kraft wird bei Flaschenzügen gefunden, wenn man die Taue zählt, an welchen die Last hängt; die Summe der Taue giebt das Verhältniß der Kraft zur Last. Bei obigem Flaschenzuge würde also die erforderliche Kraft den sechsten Theil der Last betragen. Die Anwendung der Flaschenzüge, um Lasten auf beträchtliche Höhe zu heben, wird wegen der dazu erforderlichen langen Taue sehr eingeschränkt. Wirkt bei dem Flaschenzuge mit 6 Rollen die Kraft von da aus, wo die Last liegt, so muß das Tau 7 mal so lang + der 6fachen Klobenstärke sein, als die Höhe beträgt, bis zu welcher die Last gehoben werden soll. Rollen und Taue sind bei Flaschenzügen von größter Wichtigkeit. Möglichst große Rollen, deren Durchmesser mit der Stärke der Taue zunehmen muß, damit die Taue durch zu starkes Krümmen nicht Noth leiden, dabei möglichst dicht an den Kloben schließend und mit schwachen Zapfen. Die Taue möglichst dünn, glatt und ohne Knoten, am besten mit Rundschlag. Gut geschlagenen Seilen kann bei geringer Stärke schon eine bedeutende Last zugemuthet werden. So trägt ein solches von 24 Linien Umfang mit Sicherheit eine Last von 30 Centnern.

Dritter Abschnitt.

Von den Holzbeschlägen.

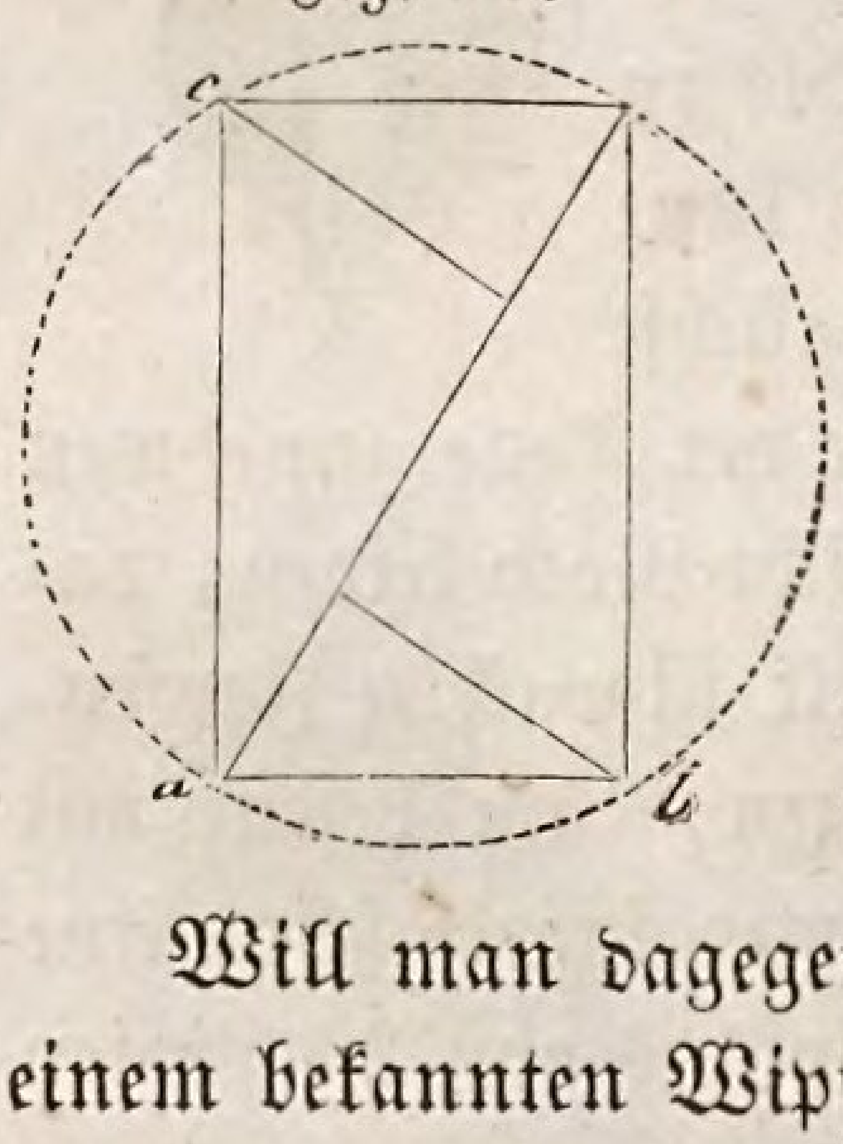
1. **Beschlag eines quadratisch vollkantigen Balkens aus einem Rundstamm.** Soll aus einem runden Stamm ein vollkantiger Quadratbalken beschlagen werden, so findet man die Größe des Beschlages, das heißt die Größe der Seite des Quadrates, wenn man nach Fig. 18 den Wipfeldurchmesser *a b* mit 5 multiplicirt und das Product durch 7 dividirt; der Quotient giebt die Seite des Beschlages. Will man die Stärke eines Stammes wissen, der einen bestimmten quadratischen Beschlag liefern soll, so hat man die Seite des Balkens *c d* mit 7 zu multipliciren und das Product durch 5 zu dividiren. Der Quotient giebt den Durchmesser des Wipfelendes an.

Fig. 18.



2. **Beschlag eines hochkantigen Balkens von größter Tragfähigkeit.** Der stärkste Beschlag eines vollkantigen Balkens aus einem Rundstamm ist der eines Balkens, dessen Breite sich zur Höhe verhält wie 5 zu 7. Will man nun die Stärke eines Baumes wissen, aus dem ein bestimmter hochkantiger Balken von größter Tragfähigkeit geschlagen werden kann, so multiplicirt man nach Fig. 19 die Höhe *a c* des Balkens mit 5 und dividirt das Product durch 4. Der Quotient giebt den Wipfeldurchmesser des erforderlichen Balkens.

Fig. 19.

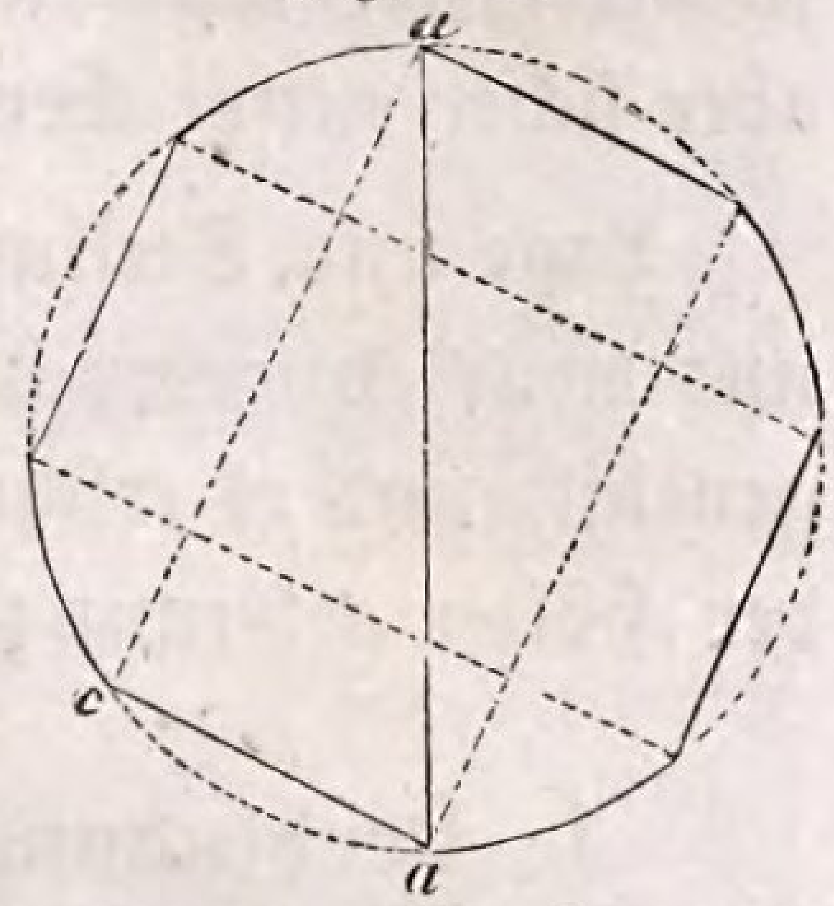


Will man dagegen wissen, wie breit der hochkantige Beschlag *a b* von einem bekannten Wipfeldurchmesser wird, so hat man den Durchmesser mit 4 zu multipliciren und das Product durch 7 zu dividiren.

3. **Beschlag eines quadratisch baumkantigen Balkens.** Aus Mangel an starken Stämmen oder aus Ersparniß wird in vielen Fällen statt des vollkantigen Beschlags der baum- oder schälkantige Beschlag angewendet.

Will man nun wissen, wie stark ein quadratisch baumkantiger Beschlag aus einem Baum von bekanntem Durchmesser wird, so multiplicire man den Durchmesser des Wipfelendes mit 6, und dividire das Product durch 7. Der Quotient giebt die Stärke des Beschlages.

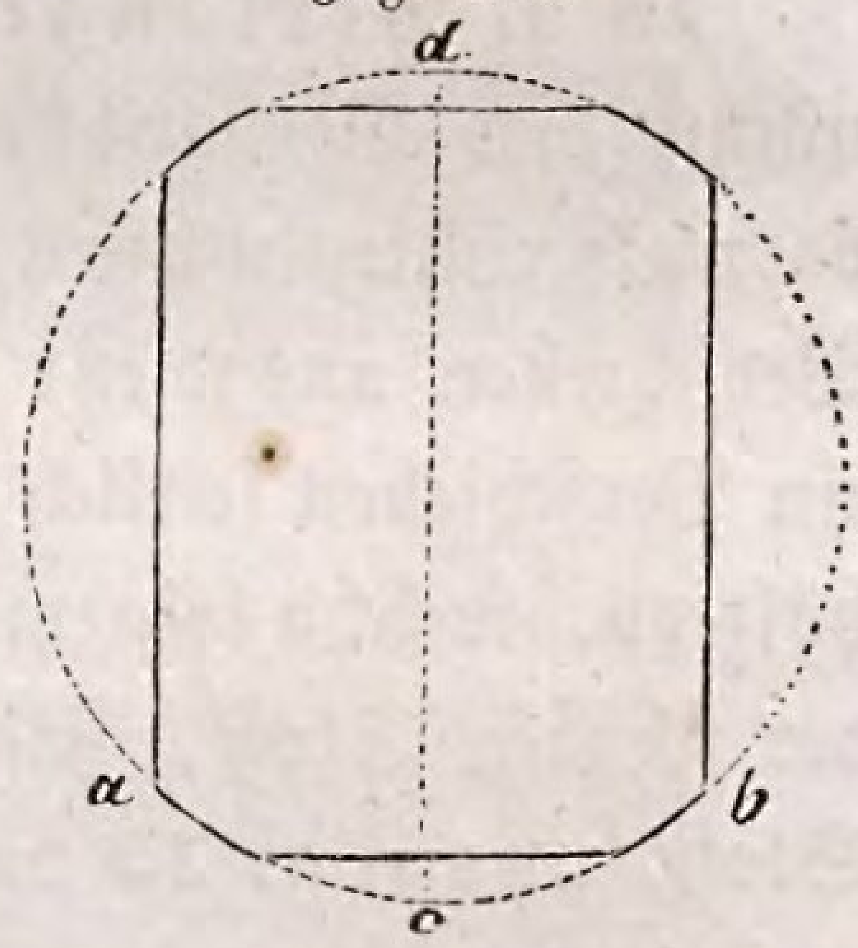
Fig. 20.



Will man aus der gegebenen Stärke des quadratisch baumkantigen Balkens den Durchmesser des erforderlichen Stammes finden, so hat man die Seite *a c* Fig. 20 mit 7 zu multipliciren und das Product durch 6 zu dividiren. Der Quotient giebt den Durchmesser des Wipfelendes.

4. **Beschlag eines hochkantig baumkantigen Balkens.** Soll ein hochkantiger Balken bei dem Verhältniß der Breite zur Höhe wie 5 zu 7, unbeschadet seiner Tragfähigkeit, aus einem Stamm baumkantig beschlagen werden, so findet man die Höhe des Balkens *a b* Fig. 21, wenn man den Durchmesser des Wipfelendes *c d* mit 10 multiplicirt und das Product durch 11 dividirt. Die Breite ergiebt sich aus dem für die größte Tragfähigkeit angegebenen Verhältniß wie 5 zu 7.

Fig. 21.



Ist der Durchmesser eines Stammes zu bestimmen, aus dem sich ein bestimmter hochkantig-baumkantiger Beschlag herstellen läßt, so hat man die Höhe des gegebenen Beschlags mit 11 zu multipliciren und das Product durch 10 zu dividiren. Der Quotient giebt den erforderlichen Durchmesser vom Stamme an.

Vierter Abschnitt.

Von den Holzverbindungen.

Bei den Holzconstructionen wird entweder durch die Unzulänglichkeit der Hölzer oder die Form der darzustellenden Gebäudetheile eine Zusammensetzung der einzelnen Hölzer bedingt, und man begreift diese Zusammensetzungen unter dem allgemeinen Namen der Holzverbindungen. Entweder bewirken die Holzstücke selbst die erforderliche Verbindung, oder es sind dazu noch Hülfsstücke, als Klammern, Bolzen, Bänder ꝛc. erforderlich.

Erstere Verbindungen werden unmittelbare, letztere mittelbare Verbindungen genannt. Die scharfsinnigsten Verbindungen sind nicht immer die besten, und sollen deßhalb nicht die künstlichen und bei der Ausführung schwierigen, sondern hauptsächlich die dem beabsichtigten Zwecke einfach aber sicher entsprechenden Holzverbindungen zur Sprache kommen.

Lage und Stellung der Hölzer ist bei den Constructionen verschieden, und zwar entweder horizontal oder senkrecht, oder unter einem Winkel geneigt, und es erscheint am zweckmäßigsten, hiernach die Verbindungen der Hölzer getrennt zu betrachten.

1. **Verbindungen horizontaler Hölzer** haben zum Zweck:
   - a) Verlängerung,
   - b) Kreuzung oder Verknüpfung, und
   - c) Verstärkung.

Ad a. Verlängerung. Angenommen, daß zu verlängernde Hölzer nächst den Verbandstellen unterstützt sind, so wird sich die Verbindung darnach richten müssen, ob die mit einander zu verbindenden Hölzer keinem Verschieben ausgesetzt sind, sonach einfach auf einander ruhen, oder ob ein Verschieben seitlich oder nach der Länge stattfinden kann. Bei Längehölzern, welche keinem Verschieben zu widerstehen haben, genügt Fig. 22, der schräge Stoß, Fig. 23 der Zapfen, Fig. 24 das Blatt mit geradem Stoß, und Fig. 25 das Blatt mit schrägem Stoß.

Beim schrägen Stoß wird die Neigung des Stoßes der halben Höhe, beim Zapfen die Stärke gleich dem dritten Theil und die Länge gleich der ganzen Höhe, und beim Blatt die Länge gleich der Höhe angenommen.

Gegen das Verschieben nach der Länge wird das Hakenblatt Fig. 26 mit geradem Stoß und das Hakenblatt Fig. 27 mit schrägem Stoß angewendet. Bei beiden Blättern muß der Haken senkrecht gegen das Blatt gerichtet sein, der Haken greift um den sechsten Theil der Höhe ein, und die Länge des ganzen Verbandes wird am besten bei Fig. 26 zu 1½ und bei Fig. 27 zum Doppelten der Höhe angenommen.

Um das feste Aneinanderschließen derartiger Verbindungen zu ermöglichen, wird nach Fig. 28 zwischen dem Haken der Keil angebracht und zu dem schräg eingreifenden Stoß ein Stoß mit horizontal eingreifendem Zapfen nach Fig. 29 hinzugefügt. Die Länge beider Verbindungen beträgt das Doppelte, die Stärke des Hakens den fünften Theil der Höhe der mit einander zu verbinden Hölzer, und das Ineinandergreifen des schrägen Stoßes sowol als des horizontalen Zapfens darf nicht mehr be-

Fig. 23.

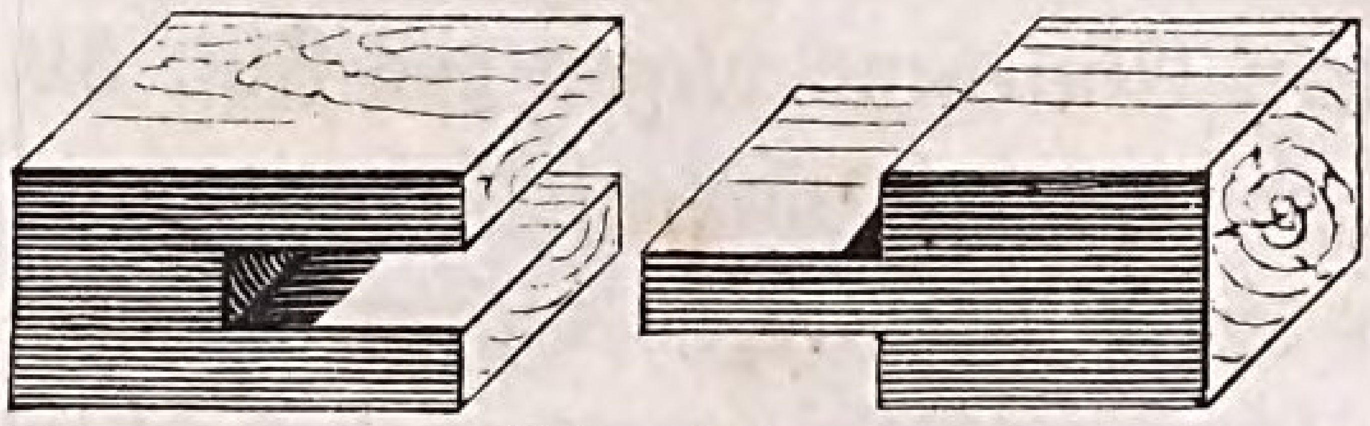


Fig. 22.

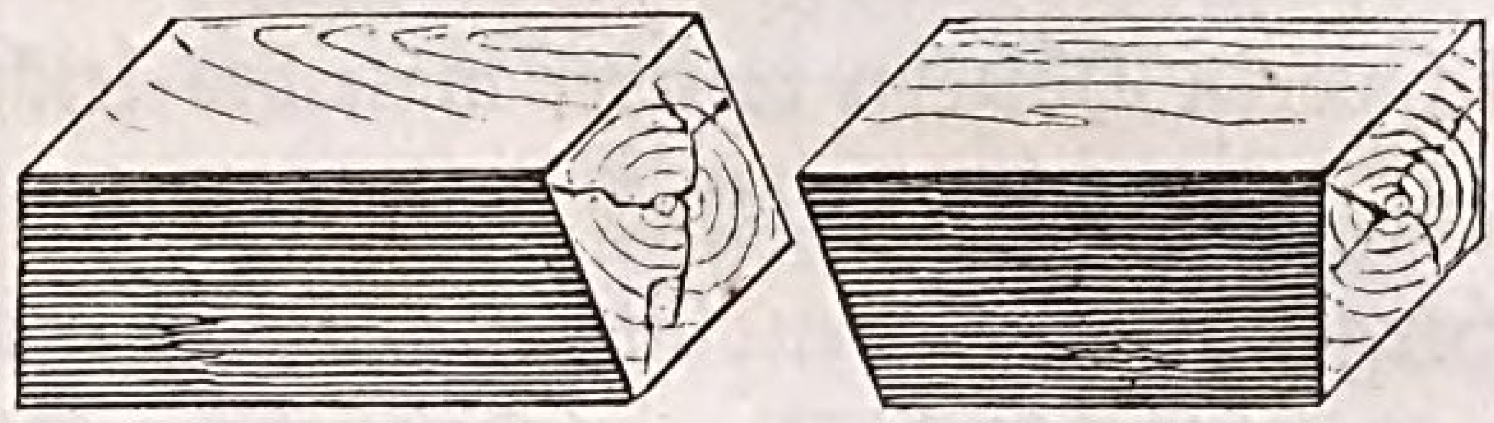


Fig. 25.

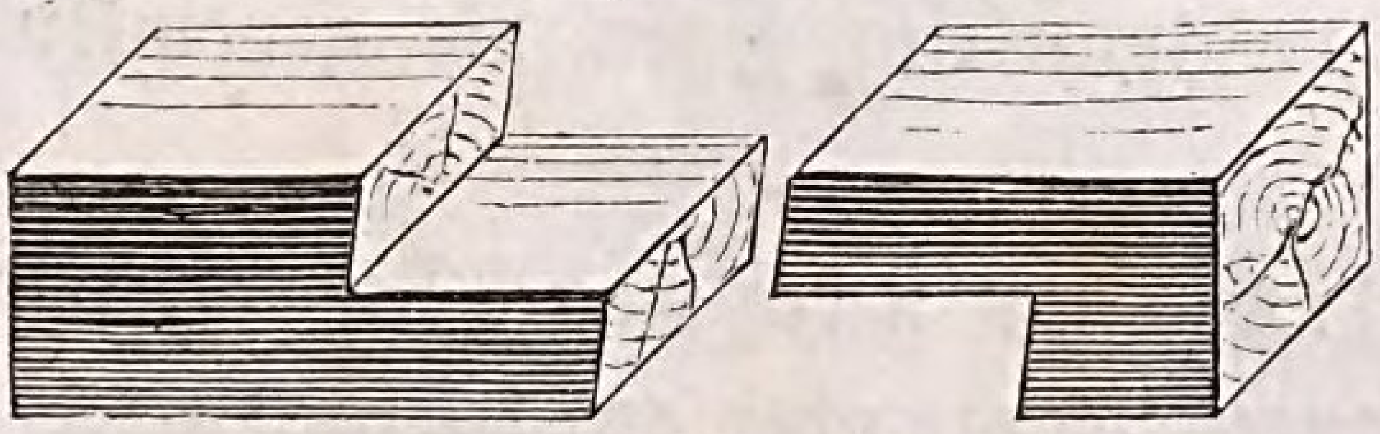


Fig. 24.

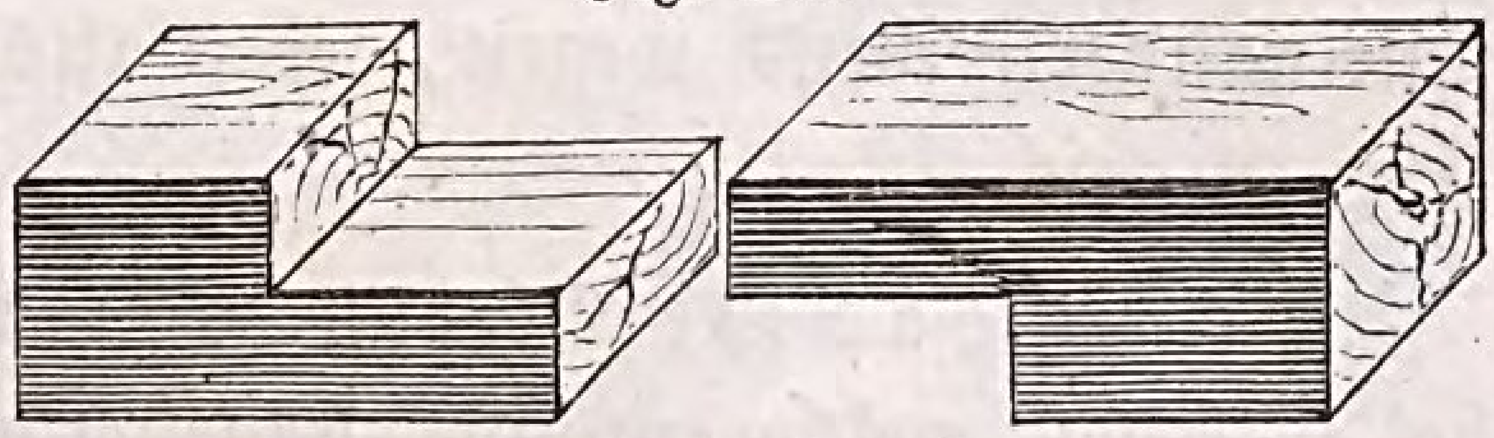


Fig. 27.

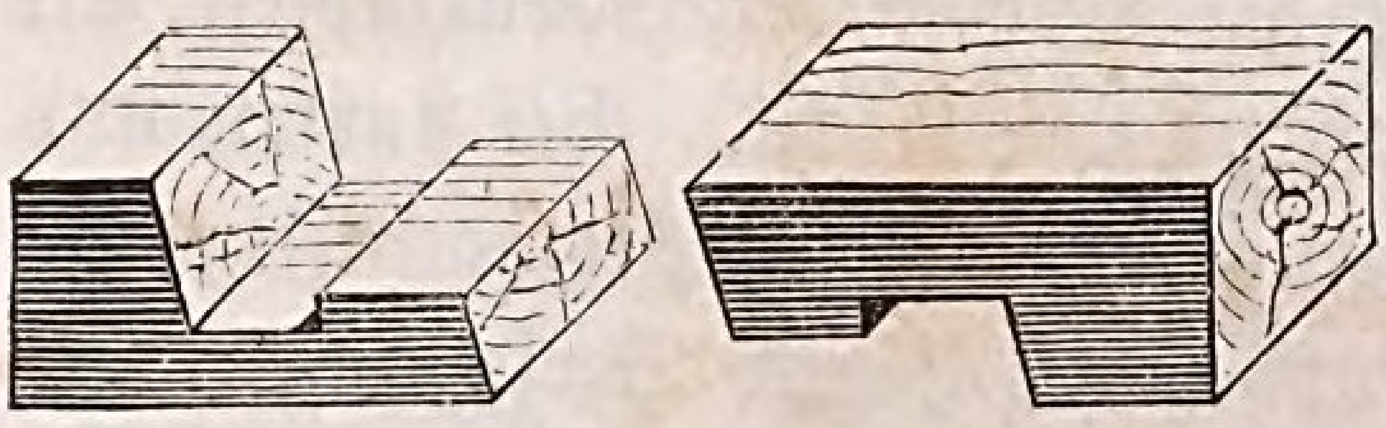


Fig. 26.

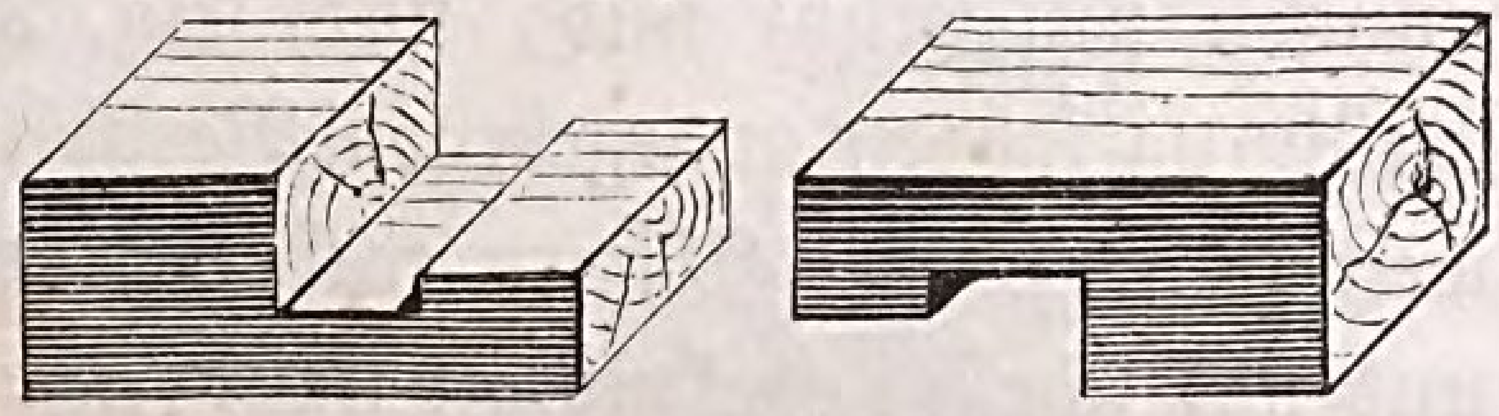


Fig. 29.

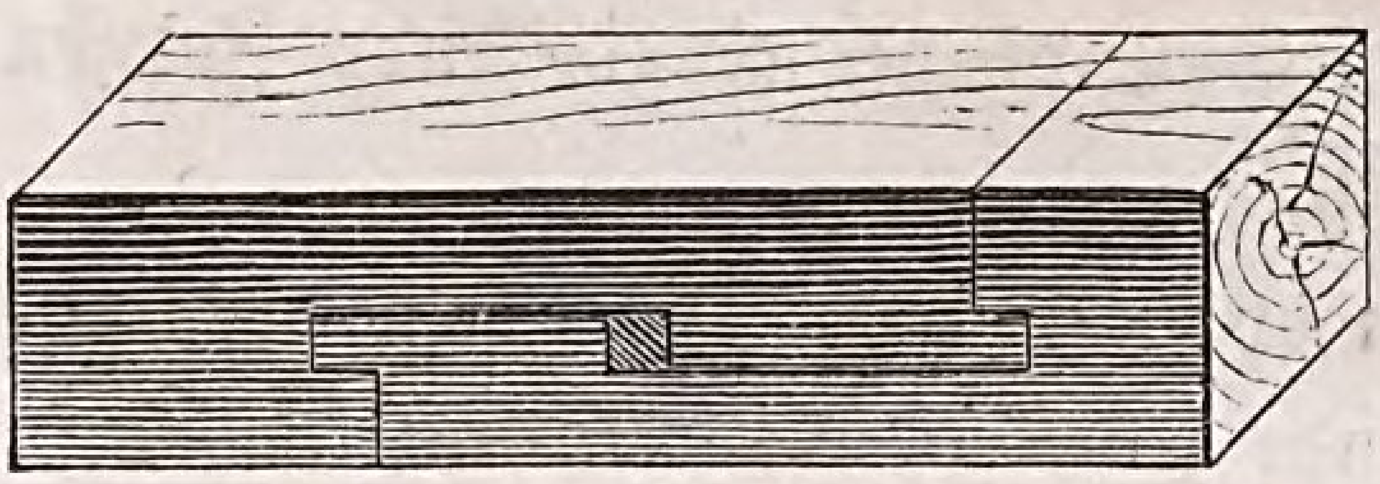


Fig. 28.

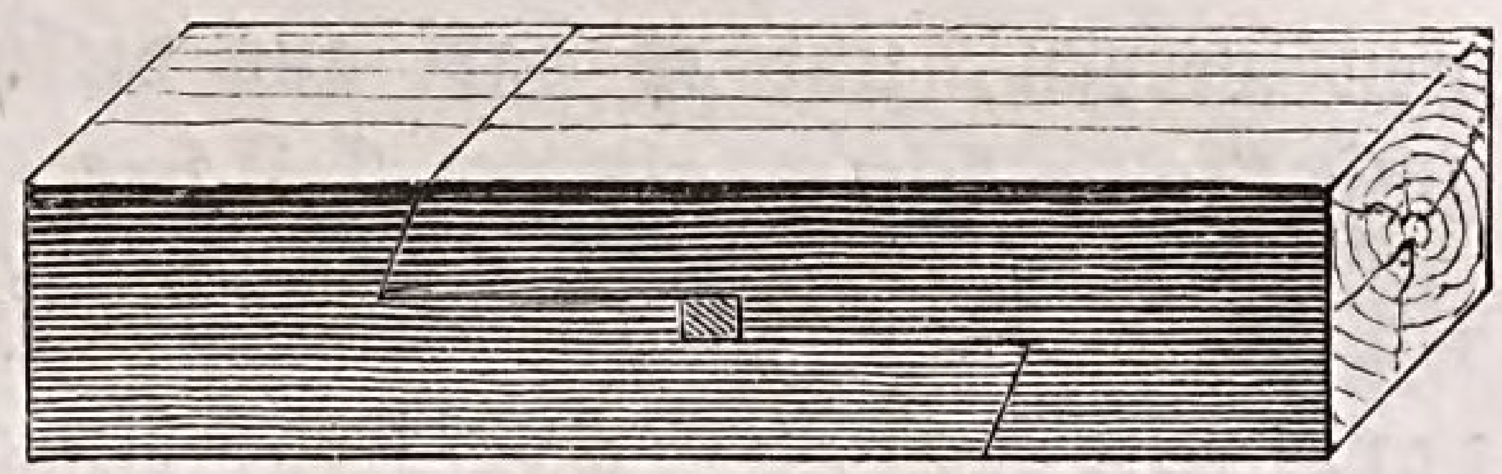


Fig. 30.

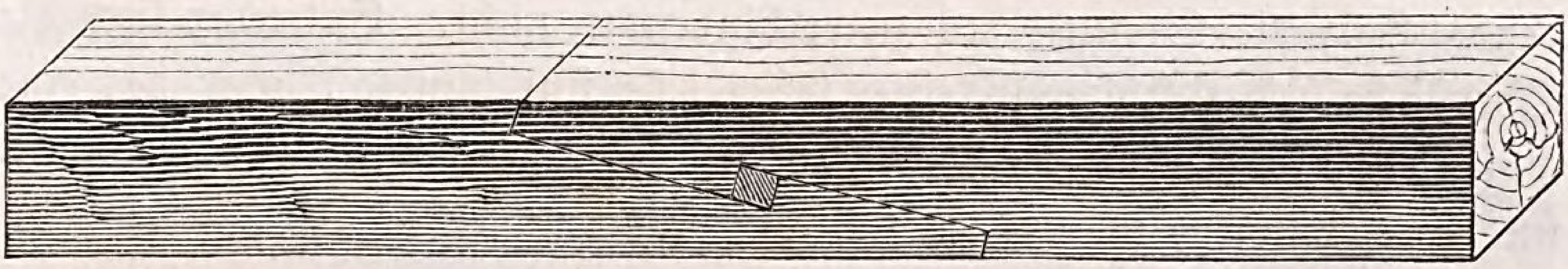


Fig. 31.

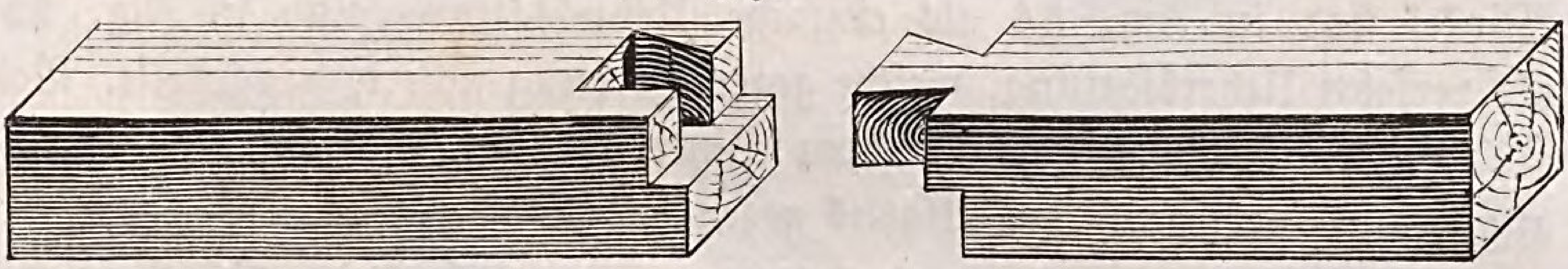


Fig. 32.

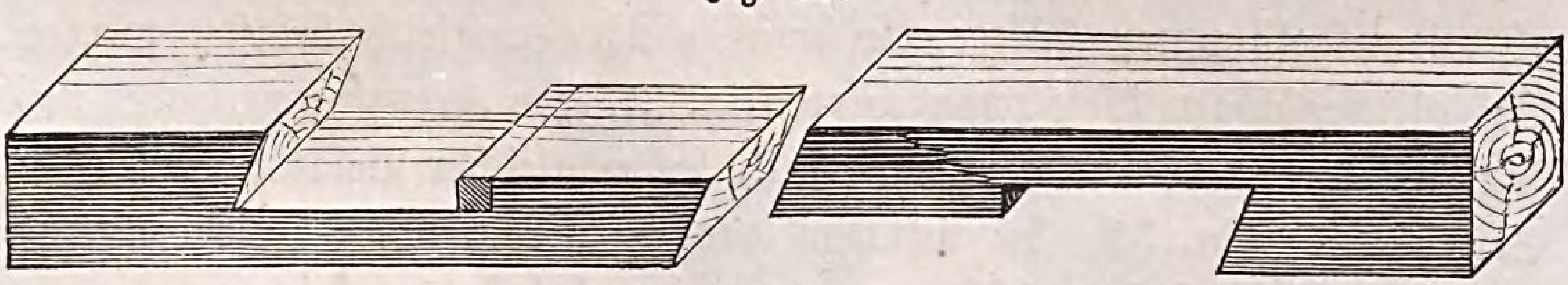
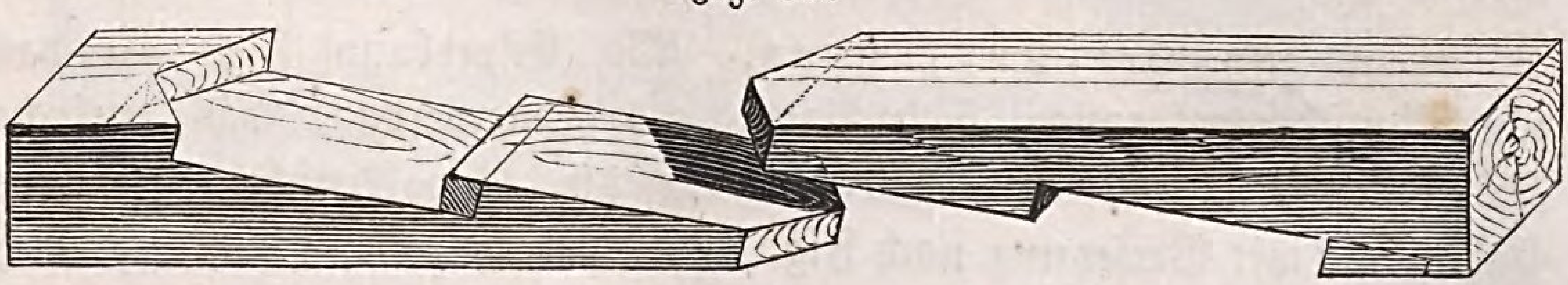


Fig. 33.



tragen, als die zu $1/_5$ der Höhe angenommene Stärke des Keils. Bei schweren Hölzern wendet man des leichtern Einsetzens wegen das Fig. 30 dargestellte schräge Hakenblatt mit Keil an, bei welchem, wie bei den vorhergehenden Hakenblättern, der Keil in die Mitte und im rechten Winkel gegen die schiefe Ebene gesetzt wird. Die schrägen Stöße werden, des festen Aneinandertreibens wegen, ebenfalls rechtwinkelig gegen die geneigten Ebenen geschnitten.

Gegen das Verschieben seitlich und nach der Länge wird bei Hölzern, welche entweder nach der ganzen Länge oder auf kurze Entfernungen unterstützt sind, nach Fig. 31 der Schwalbenschwanzzapfen mit Brüstung in den angegebenen Verhältnissen angebracht. Bei starken und weit freiliegenden Hölzern entspricht das gerade Hakenblatt nach Fig. 32 und das schräge Hakenblatt nach Fig. 33 mit Keil und Versetzung. Bei diesen Verbindungen muß auf das Einfahren besondere Rücksicht genommen werden, und es darf aus diesem Grunde der eingreifende Zapfen nicht länger sein, als der Keil breit ist.

Ad b. Kreuzung oder Verknüpfung horizontaler Hölzer. Bei Kreuzungen geht das bindende Holz über die Grenzen des zu verbindenden Holzes hinaus, bei Verknüpfungen überschreitet das bindende Holz die Grenzen des zu verbindenden nicht. Entweder liegt die Oberfläche beider Hölzer in einer Ebene, sie sind bündig, oder das eine Holz steht über das andere vor. Im ersten Falle kommen Verblattungen und Versetzungen, im zweiten Falle Verkämmungen vor.

1. Bündige Ueberblattungen bei Kreuzungen im rechten Winkel sind in Fig. 34 als einfache Ueberblattung und in Fig. 35 als versetzte Ueberblattung, welche gegen Drehung sichert, dargestellt. Bei Hölzern, welche sich nicht im rechten Winkel kreuzen, sichert die in Fig. 36 angegebene Versetzung des Blattes gegen das Drehen.

2. Verkämmungen bei Kreuzungen richten sich darnach, ob die aufgekämmten Hölzer gleichmäßig oder ungleich belastet werden. Bei gleichmäßiger Belastung wird Fig. 37 der Kreuzkamm, oder nach Fig. 38 der Mittelkamm angewendet; bei ungleicher Belastung dient der Seitenkamm Fig. 39, bei welchem das aufzukämmende Holz den Ausschnitt nach der Seite erhält, wo es weniger belastet wird.

Bündige Verknüpfungen. Als Eckverband Fig. 40 das schwalbenschwanzförmige Hakenblatt; als Querverband das einfache Hakenblatt Fig. 41 und das zurückgesetzte schwalbenschwanzförmige Hakeublatt mit Versetzung nach Fig. 42. Bei Hölzern, welche erst nach

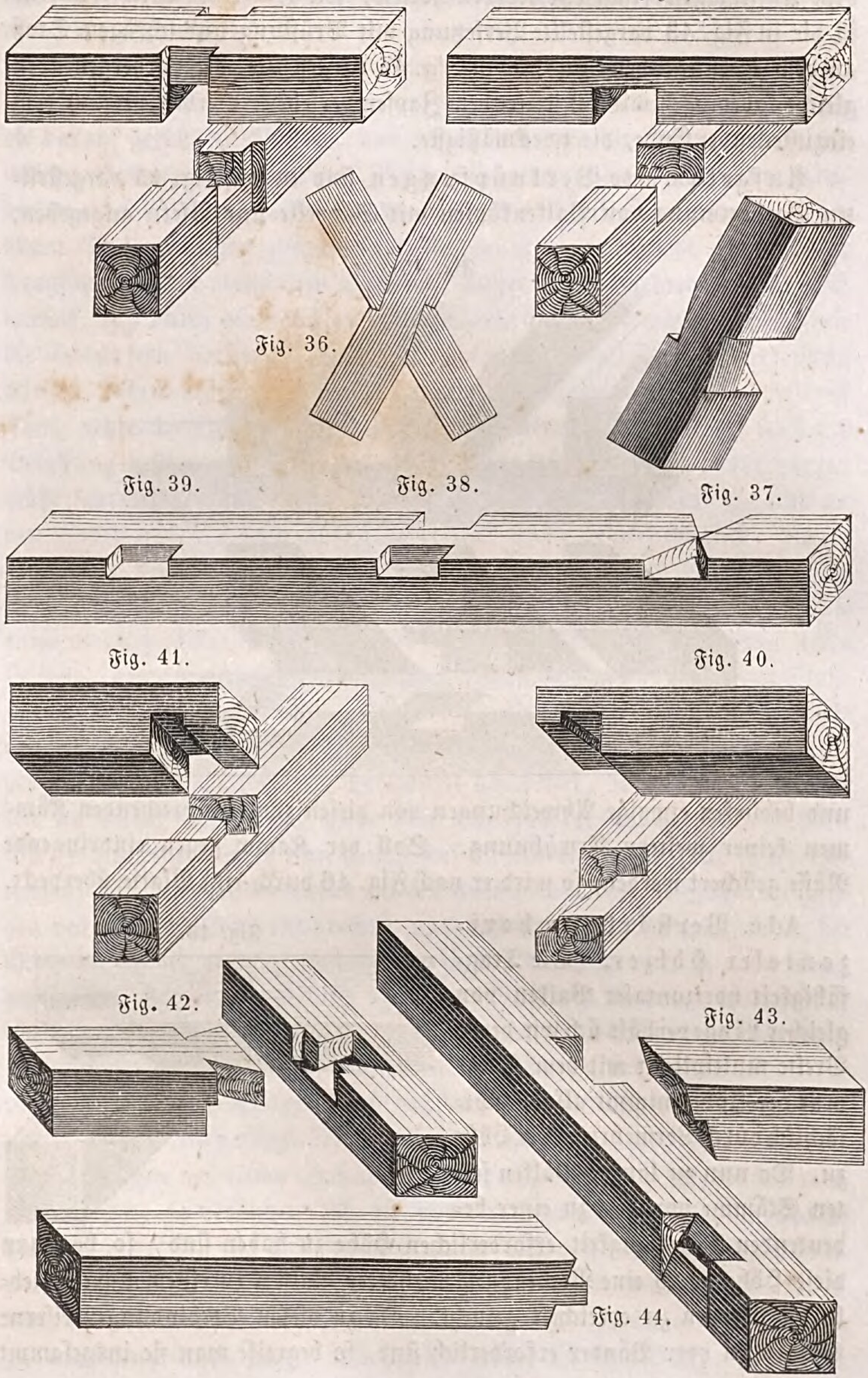
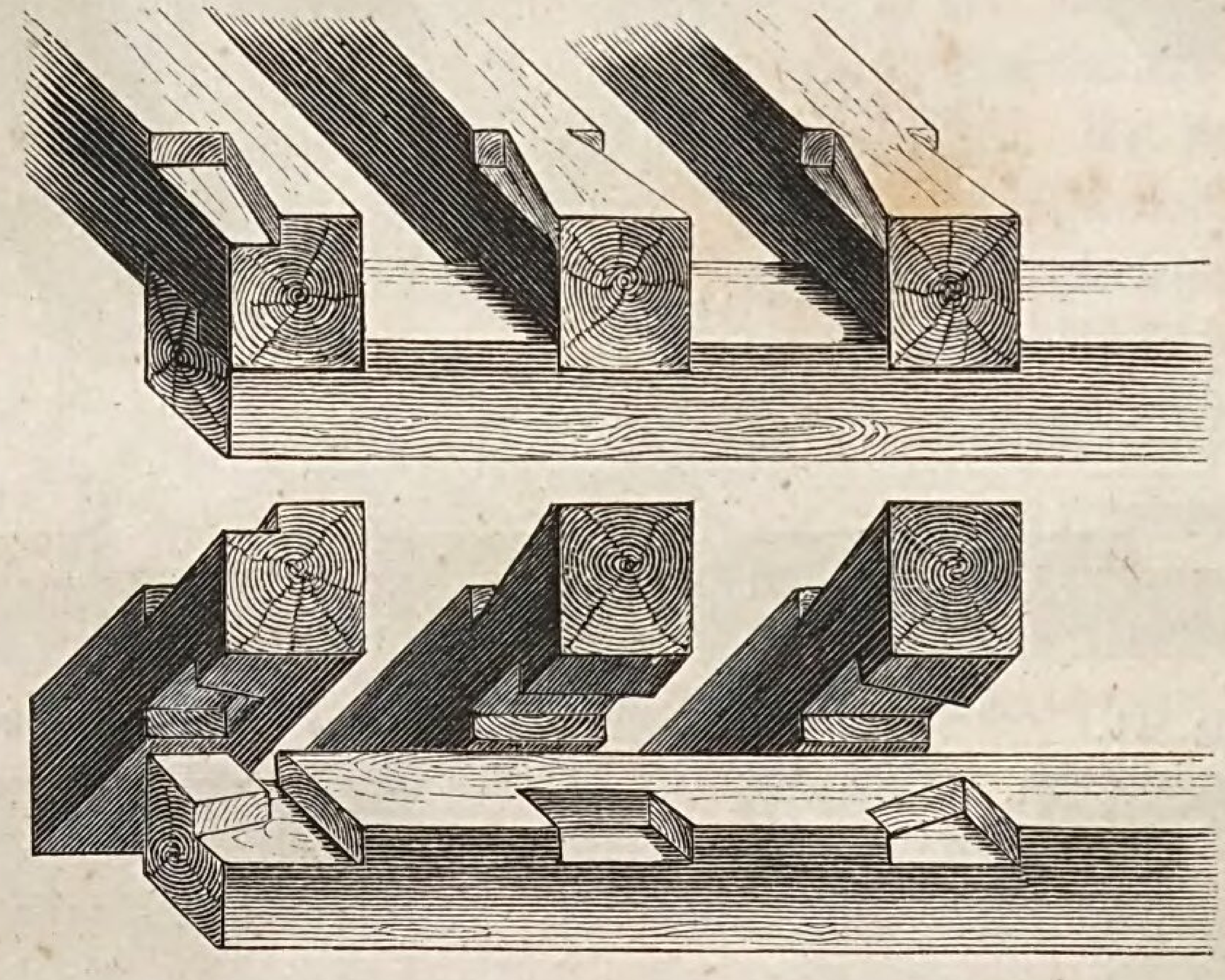


Fig. 35. Fig. 34. Fig. 36. Fig. 39. Fig. 38. Fig. 37. Fig. 41. Fig. 40. Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44.

dem Aufschlagen eingesetzt werden sollen, wie z. B. bei Wechselbalken, ist die in Fig. 43 dargestellte Versetzung mit Brüstung und schrägem Stoß an dem einzulegenden, und die in Fig. 44 dargestellte, der vorhergehenden gleiche, aber noch mit eingreifendem Zapfen versehene Verbindung an dem einzusteckenden Ende, die zweckmäßigste.

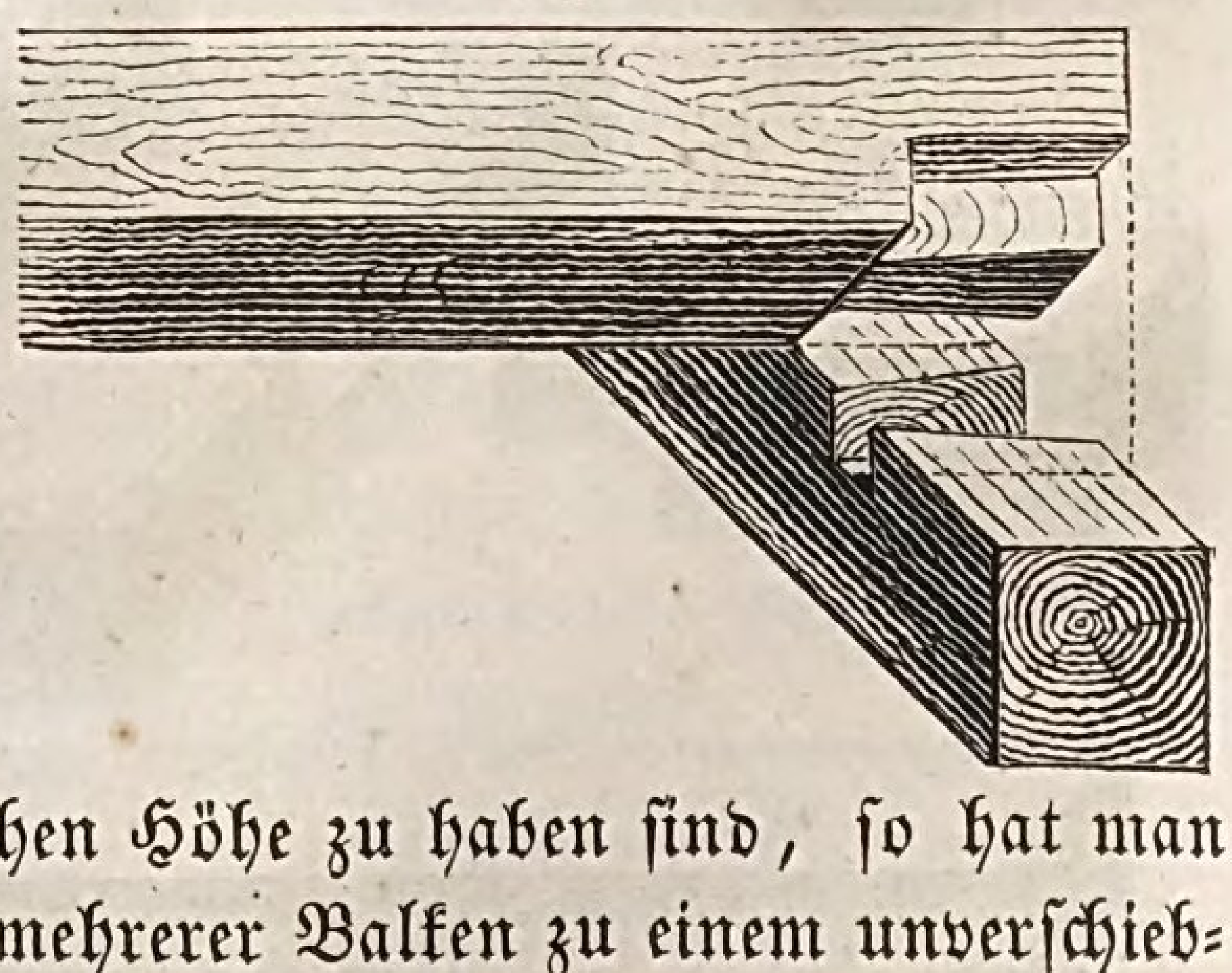
Aufgekämmte Verknüpfungen sind in der Fig. 45 dargestellten Verkämmung von Balkenköpfen mit Schwelle und Pfette angegeben,

Fig. 45.



und bedürfen etwaige Abweichungen von diesen zweckentsprechenden Kämmen keiner weitern Erwähnung. Soll der Kamm gegen eindringende Nässe gesichert werden, so wird er nach Fig. 46 durch eine Platte überdeckt.

Fig. 46.



Ad c. Verstärkung horizontaler Hölzer. Die Tragfähigkeit horizontaler Balken von gleicher Länge verhält sich wie deren Breite multiplicirt mit dem Quadrat der Höhe, nimmt also hauptsächlich durch Vermehrung der Höhe zu. Da nun zu langen Balken selten Stämme von der zu einer bedeutenden Tragfähigkeit erforderlichen Höhe zu haben sind, so hat man diese Höhe durch eine Verbindung mehrerer Balken zu einem unverschieblichen Ganzen zu erreichen gesucht. Da zu diesen Verbindungen eiserne Schrauben oder Bänder erforderlich sind, so begreift man sie insgesammt

unter der Benennung armirter Balken. Die üblichste Verstärkung ist die durch Verzahnung.

Die einfachste Verzahnung eines Balkens besteht nach Fig. 47 aus drei Balken, von denen der untere aus einem Stücke durchgeht, während die darauf gezahnten Balken, von etwas mehr als der halben Länge des untern Hauptbalkens, in der Mitte zusammenstoßen. Da beim Einbiegen eines Balkens die Holzfasern am untern Theile sich ausdehnen, am obern Theile dagegen zusammenpressen müssen, so beruht die größere Tragfähigkeit des verzahnten Balkens, außer der vermehrten Höhe, noch darauf, daß durch die Befestigung der oberen Balken in ansteigender Linie die Holzfasern derselben schon eine sehr bedeutende Zusammenpressung erlitten haben müssen, bevor sie an dem Einbiegen des untern Balkens Theil nehmen. Ist die Gesammtstärke des verzahnten Balkens nach der Belastung bestimmt, so werden die einzelnen Balken auf $^6/_{10}$ der ganzen Höhe bearbeitet. Der untere Balken wird in der Mitte auf $^6/_{10}$ und an den Enden auf $^5/_{10}$ oben genau zugerichtet und, soweit möglich, bis zu $^1/_{60}$ seiner Spannweite gespreizt und auf seiner Unterlage befestigt. Nun wird parallel mit der Oberkante eine Linie um $^1/_{10}$ von der Oberkante entfernt aufgeschürt, und auf dieser Linie die Theilung der Zähne, etwa so lang, wie der verzahnte Balken hoch wird, vorgenommen, deren Stoßfuge senkrecht gegen die von der Ober- zur Unterkante des einzelnen Zahnes gezogene Linie scharf eingeschnitten wird. Die letzte Zahntheilung über der Auflage der Balken wird horizontal gearbeitet, so daß nun der Balken an diesen Stellen die Höhe von nur $^4/_{10}$ der ganzen Höhe behält. Die Zahntheilung wird nun genau auf die oberen Balkenstücke so übergetragen, daß den Zahnvertiefungen des untern Balkens die Zahnerhöhungen des obern Balkens entsprechen und daß die oberen Balkenstücke in der Mitte die Höhe von $^4/_{10}$ und an den Enden die Höhe von $^6/_{10}$ des Ganzen haben. Ist die Bearbeitung vollendet, so werden die obern Balkenstücke auf den untern Hauptbalken fest angezogen und vermittelst eisernen Schraubenbolzen zu einem Ganzen verbunden. Die Anzahl der Bolzen richtet sich nach der Länge des Balkens, doch müssen deren zunächst der Stoßfuge der oberen Balken und nächst der Auflage des Hauptbalkens, am besten vor dem Ansteigen des ersten Zahnes, angebracht werden. Ist die Bearbeitung genau, so verändert sich die vor der Bearbeitung bewirkte Sprengung unmerklich. Da beim Belasten eines solchen Balkens die Zusammenpressung der Zähne nach unten zunimmt, so muß darauf bei der Bearbeitung Rücksicht genommen werden. Eine so schwierige Bearbeitung zu umgehen, kann man, wie an der einen Hälfte des Fig. 47 darge-

stellten Balkens angegeben, zwischen den Stoßfugen der Zähne Zwischenräume zur Aufnahme von Keilen lassen, welche vor dem Einsetzen der Bolzen eingetrieben werden. Man findet auch verzahnte Durchzüge, bei denen die unteren Balken aus zwei oder gar mehr an einander gestoßenen Stücken bestehen, eine Verbindungsweise, die nicht empfohlen werden kann. Da bei allen verzahnten Balken $^2/_{10}$ der Höhe durch die Bearbeitung verloren geht, so hat man mit dem besten Erfolge in der neuern Zeit die Verstärkung von Balken durch Aufeinanderlegen zweier oder

Fig. 47.

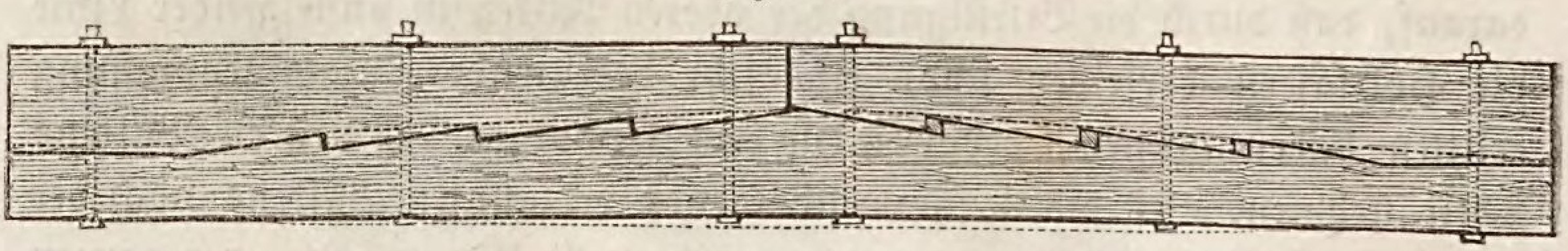
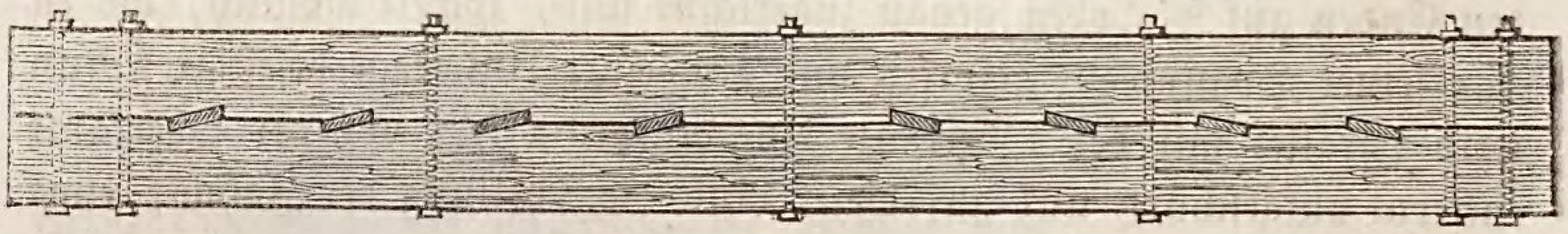
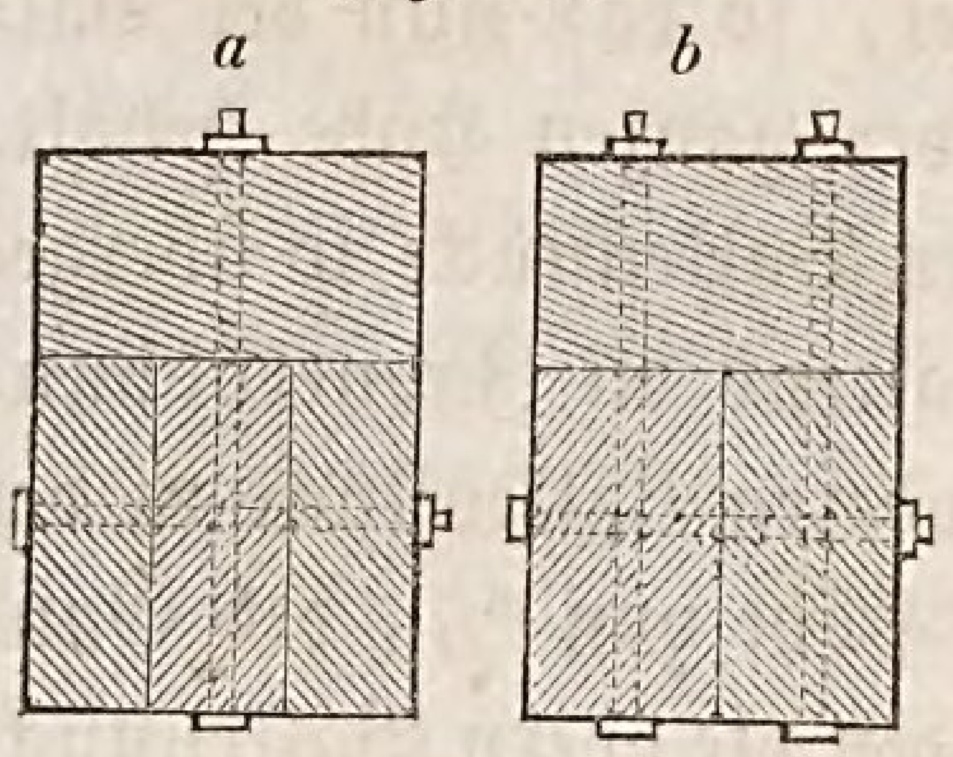


Fig. 48.



mehrerer Balken in der Weise bewirkt, daß man nach Fig. 48 zwischen den Fugen der Balken ansteigend Holzdübel keilförmig eintrieb, um das Abweichen der oberen Balken zu verhindern, und nun die der Länge nach gegen die Mitte gepreßten Balken durch Bolzen fest auf einander schraubte.

Fig. 49.



Sowol bei den verzahnten, als auch bei den verdübelten Balken kann nach den in Fig. 49 angegebenen Querschnitten sowol der obere als der untere Theil des Balkens aus mehreren neben einander gelegten Balken bestehen, so wie auch, wenn, wie bei Fig. 49 *a*, der mittlere Unterbalken eine bedeutende Stärke hat, die Tragfähigkeit der schwächeren Seitenbalken durch das Anbringen von ansteigenden Zähnen vom Mittelbalken aus vermehrt werden kann.

2. **Verbindungen senkrechter Hölzer sind:**

a) Verlängerungen,

b) Verstärkungen,

c) Verknüpfungen.

Ad a. Verlängerungen können für sich, bei einzelnen auf einander gesetzten Hölzern, zugleich aber auch in Verbindung mit Verstärkungen vorkommen.

Bei Rundhölzern ist der in Fig. 50 dargestellte Kreuzzapfen, mit rechtwinkeligem Schnitt, und nach dem Einfahren das in einander gefügte Holz mit zwei Eisenringen umschlossen, die entsprechendste Verlängerung. Kantige Hölzer erhalten bei einfacher Uebereinandersetzung eine

Fig. 52.

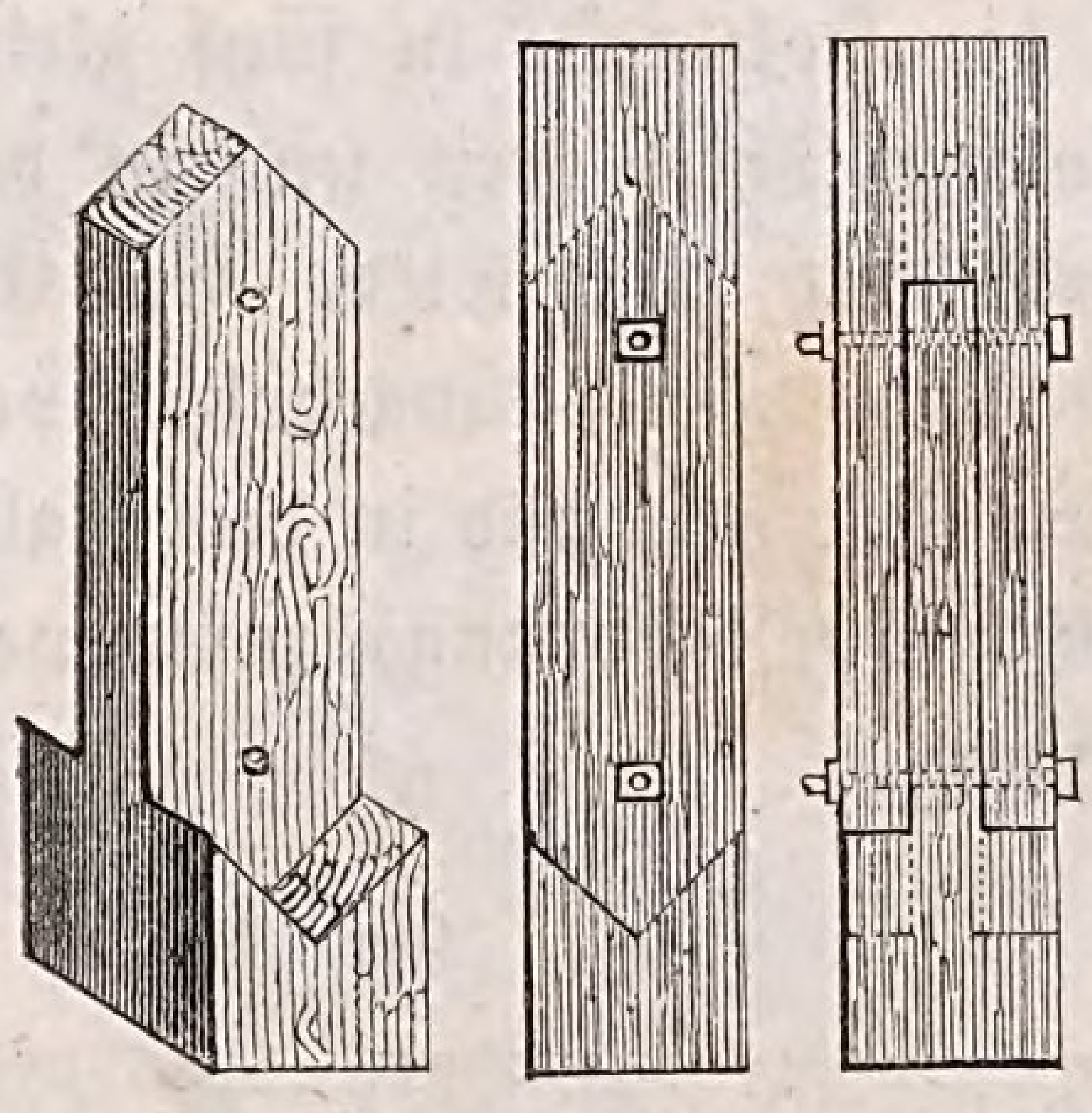


Fig. 51.

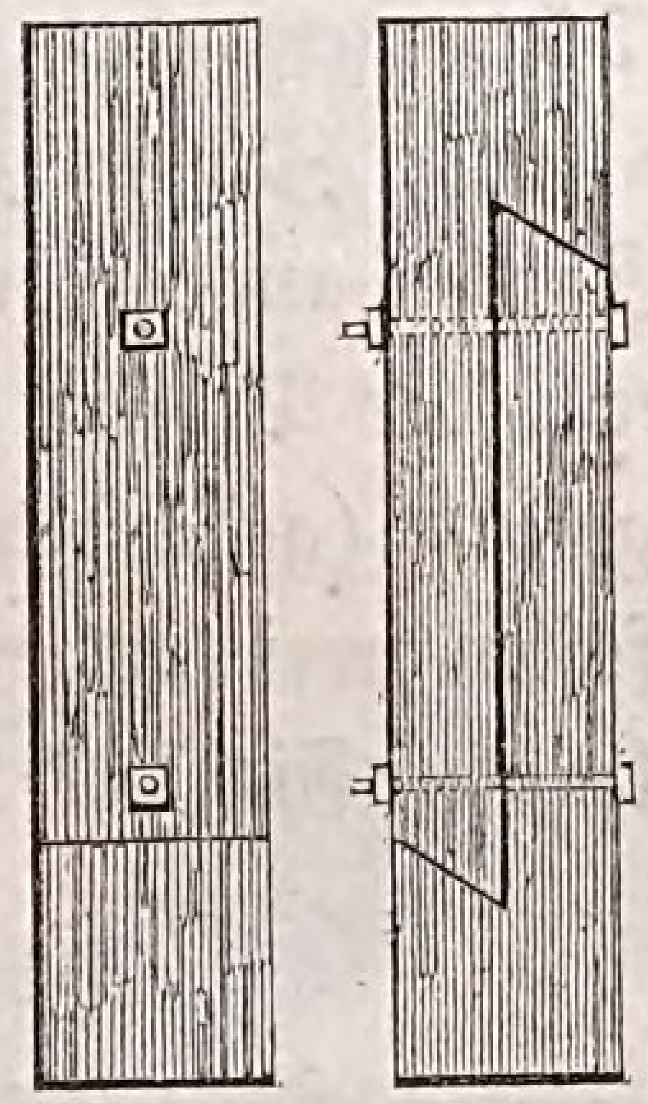
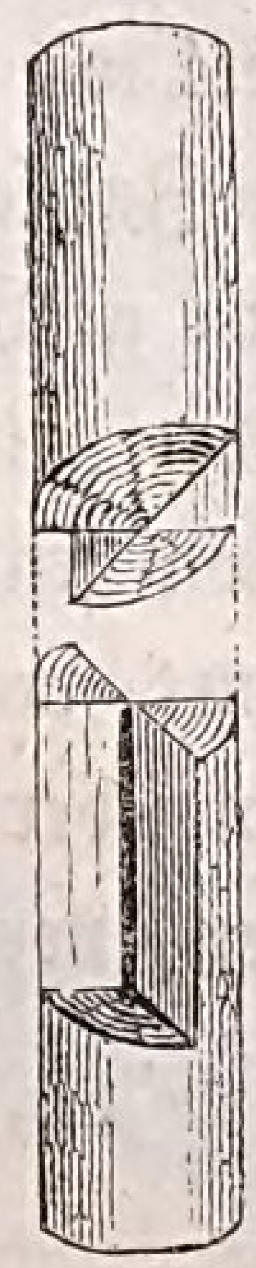


Fig. 50.



Anblattung mit schrägem eingreifendem Stoß nach Fig. 51, oder einen Blattzapfen mit unter rechtem Winkel gebrochener und nach entgegengesetzter Richtung eingreifender Versetzung des Zapfens und der Gabelblätter nach Fig. 52.

Eine Verlängerung, wobei zugleich eine Verstärkung durch Zahnblätter bewirkt ist, stellt Fig. 53 dar. Kommt bei dieser Verbindung ein

Fig. 57.

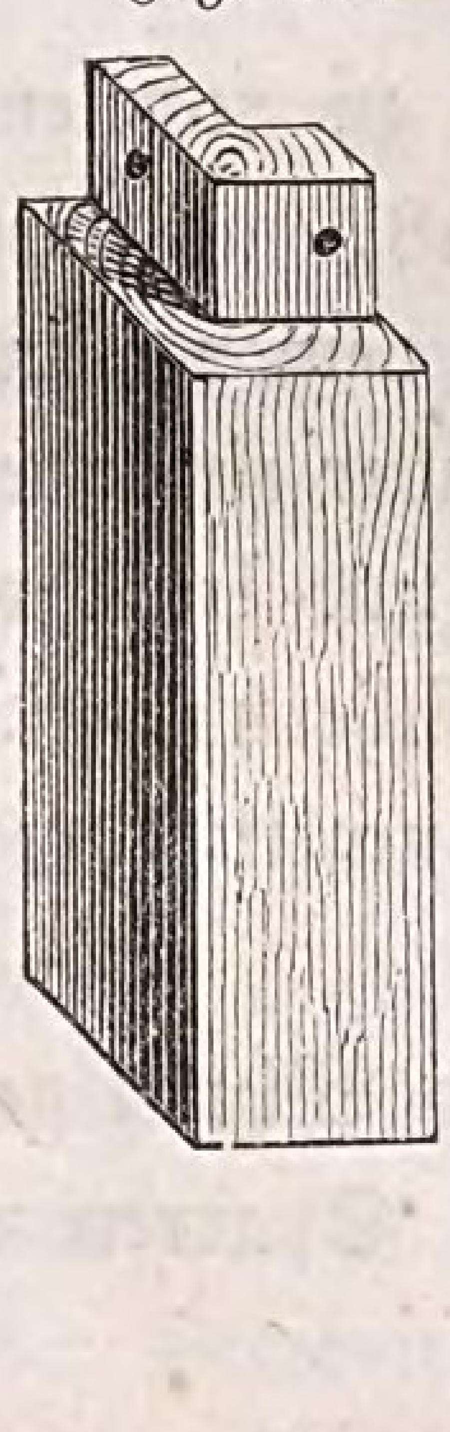


Fig. 56.

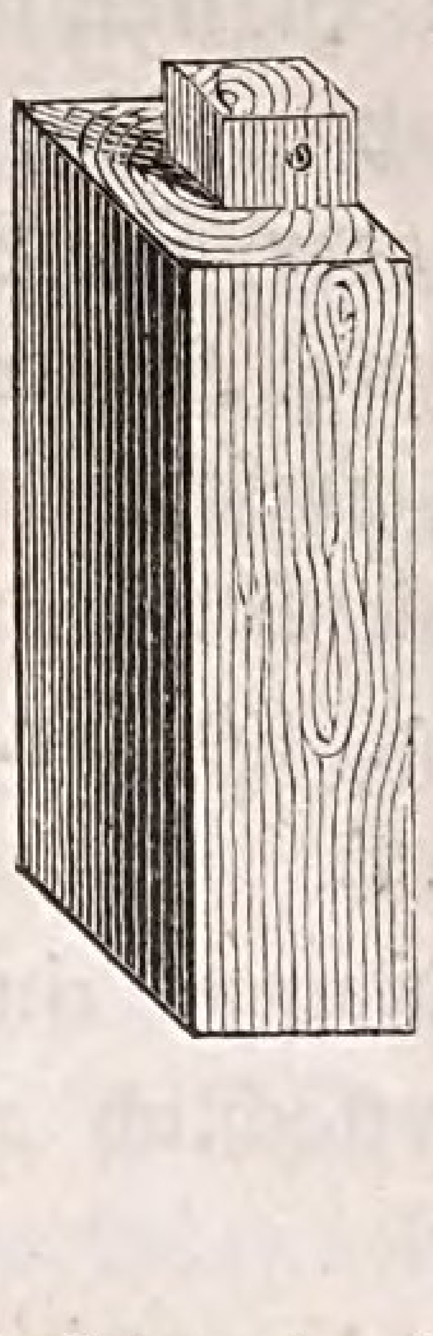


Fig. 55.

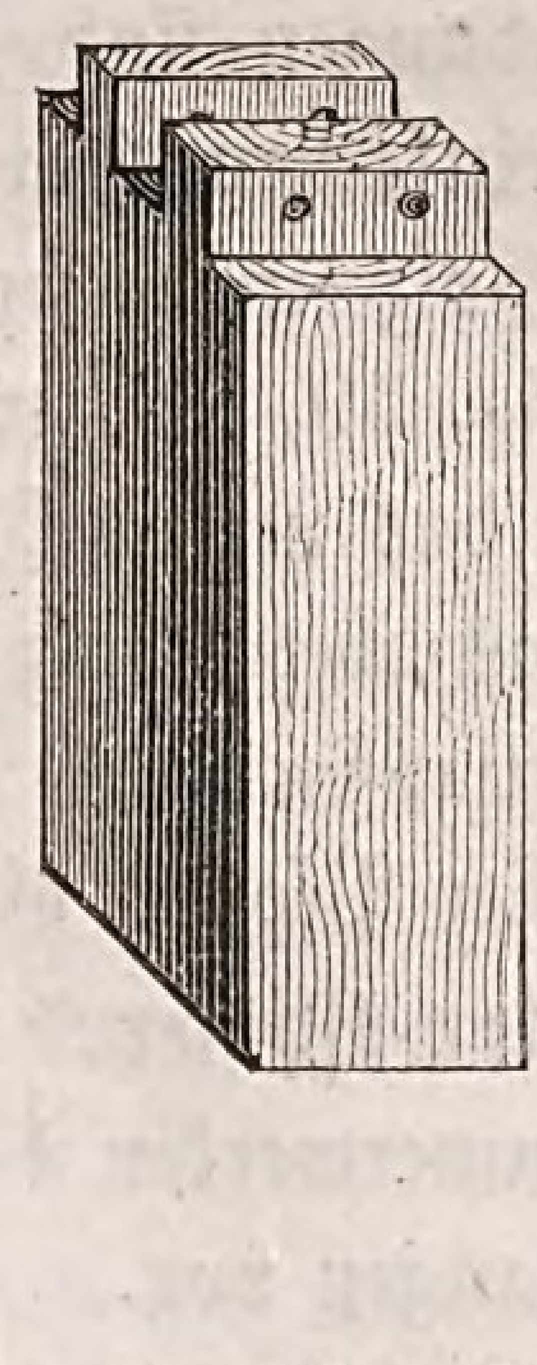


Fig. 54.

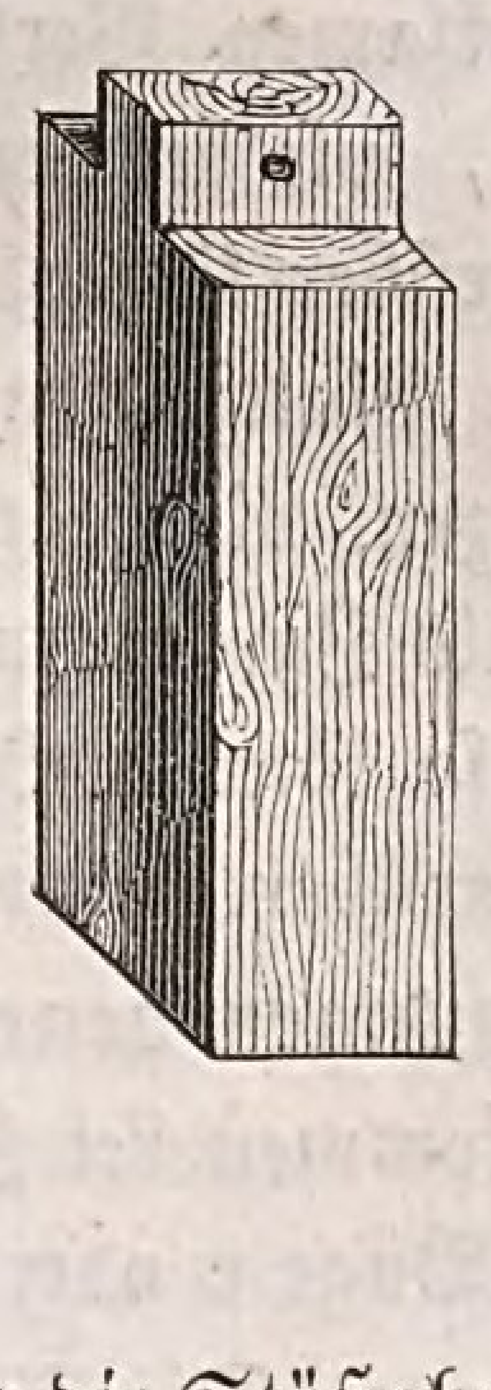
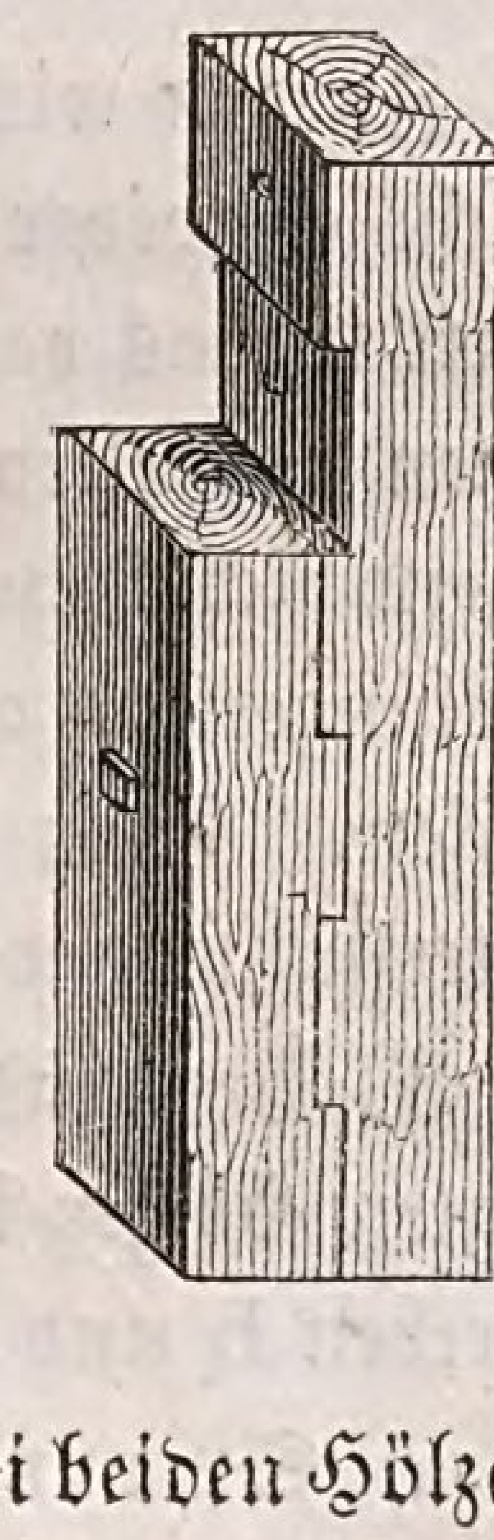


Fig. 53.

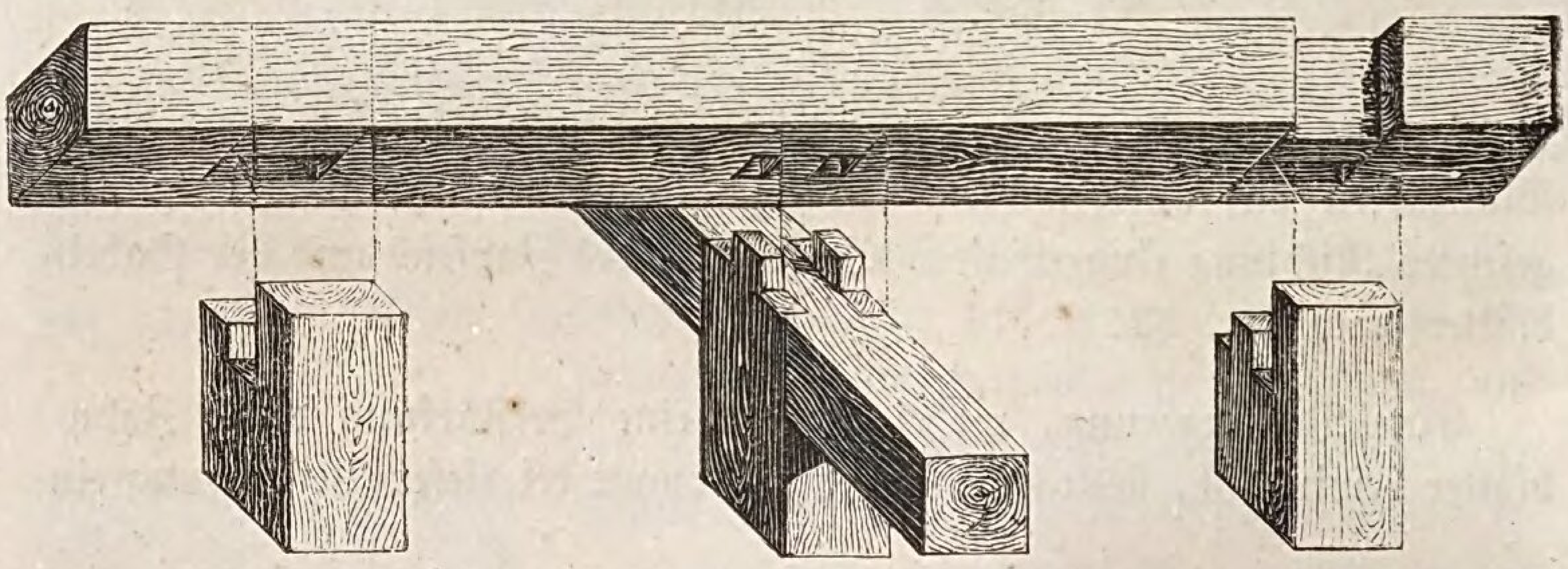


mehrmaliges Aufeinandersetzen vor, so müssen die Stöße bei beiden Hölzern wechseln und auf halber Höhe angebracht werden.

Von den Verknüpfungen sollen hier nur die verschiedenen Zapfen erwähnt werden.

Im Allgemeinen dienen die Zapfen nur zur Sicherung der senkrechten Stellung der Hölzer, und können als wirksame Verbindung mit anderen Hölzern nicht betrachtet werden. Der einfache Zapfen Fig. 54 erhält zur Breite den dritten Theil der Holzstücke, und die Höhe verhält sich zur Breite wie 3 zu 2. Bei Hölzern von bedeutender Stärke wird der doppelte Zapfen Fig. 55 angewendet, wobei die Holzbreite in fünf gleiche Theile getheilt und jeder Zapfen einen solchen Theil breit und in dem für den einfachen Zapfen angegebenen Verhältniß hoch wird. Bei Eckpfosten findet, wenn der Pfosten an dem Ende eines Längeholzes vorkommt, der zurückgesetzte (geächselte) Zapfen Fig. 56, und in dem Falle, wenn über dem Pfosten zwei Hölzer über Eck (auf Gährung) zusammenstoßen, der Winkelzapfen Fig. 57 Anwendung.

Fig. 60. Fig. 59. Fig. 58.



Zu den wirksamen Verbindungen sind die Blattzapfen zu rechnen, welche entweder, wie bei dem einfachen Blattzapfen Fig. 58, mit dem Blatt in das darüber liegende Holz eingreifen, oder, wie bei dem verlängerten doppelten Blattzapfen Fig. 59, da, wo zwei Hölzer über einander liegend sich kreuzen, die Blätter das untere Holz umschließen und in ihrer Verlängerung als Zapfen in das obere Holz, die Stellung sichernd, eingreifen. Eben so können Blattzapfen nach Fig. 60 zur unmittelbaren Unterstützung darüber befindlicher Pfosten dienen.

3. **Verbindungen geneigter Hölzer.** Die unter einem Winkel geneigten Hölzer kommen bei Zimmerwerken hauptsächlich als Sparren a, Streben b und Büge c oder Zangen vor.

a) Sparren. Die Sparren können bei ihrem Ansatz auf dem Gebälke bis zur Außenkante geführt sein, und erhalten nach Fig. 61 den

zurückgesetzten Zapfen, oder sie treten von der Außenkante nach innen zurück, wo ihnen eine Versetzung mit Zapfen nach Fig. 62 gegeben wird,

Fig 63.

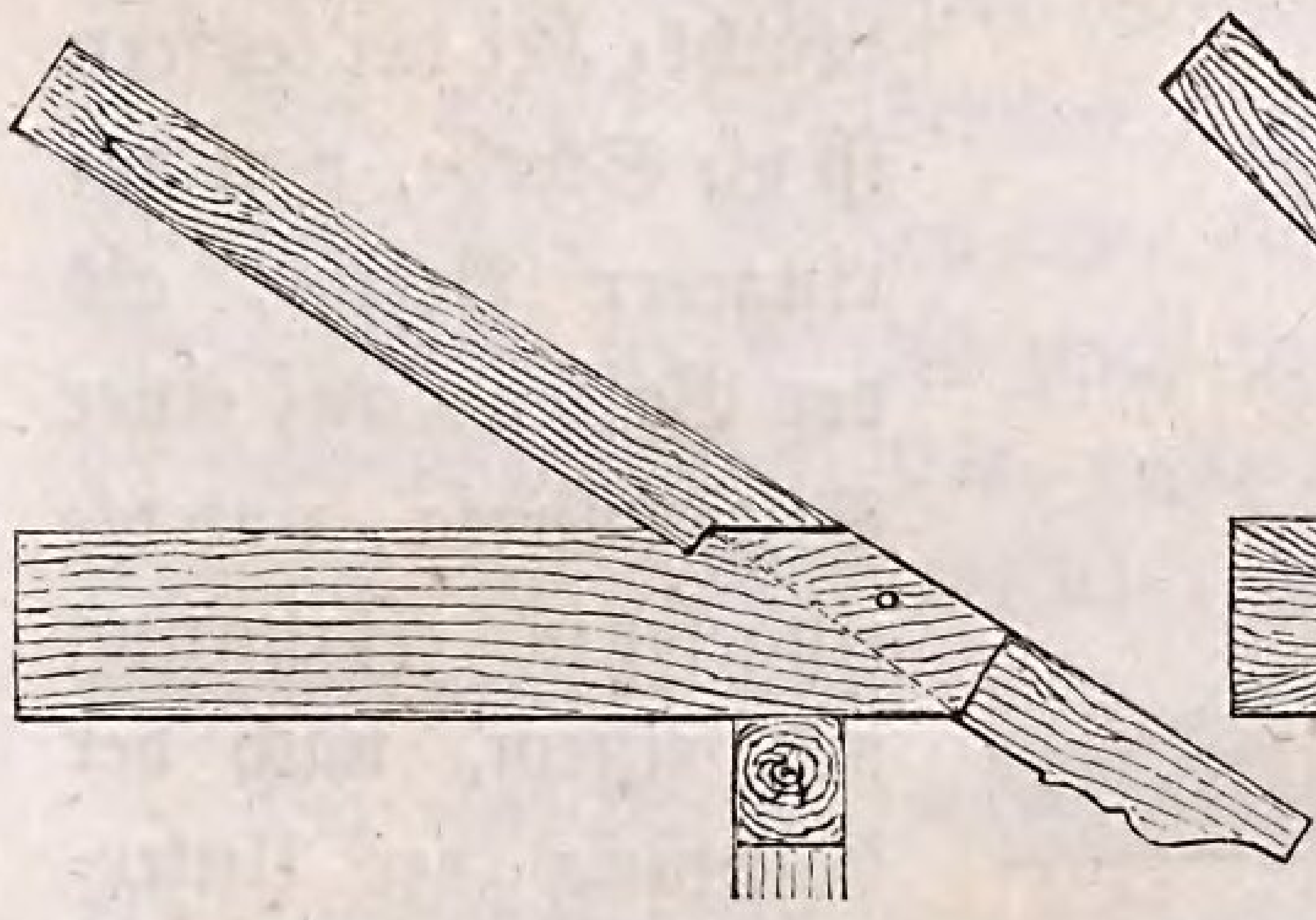


Fig. 62.

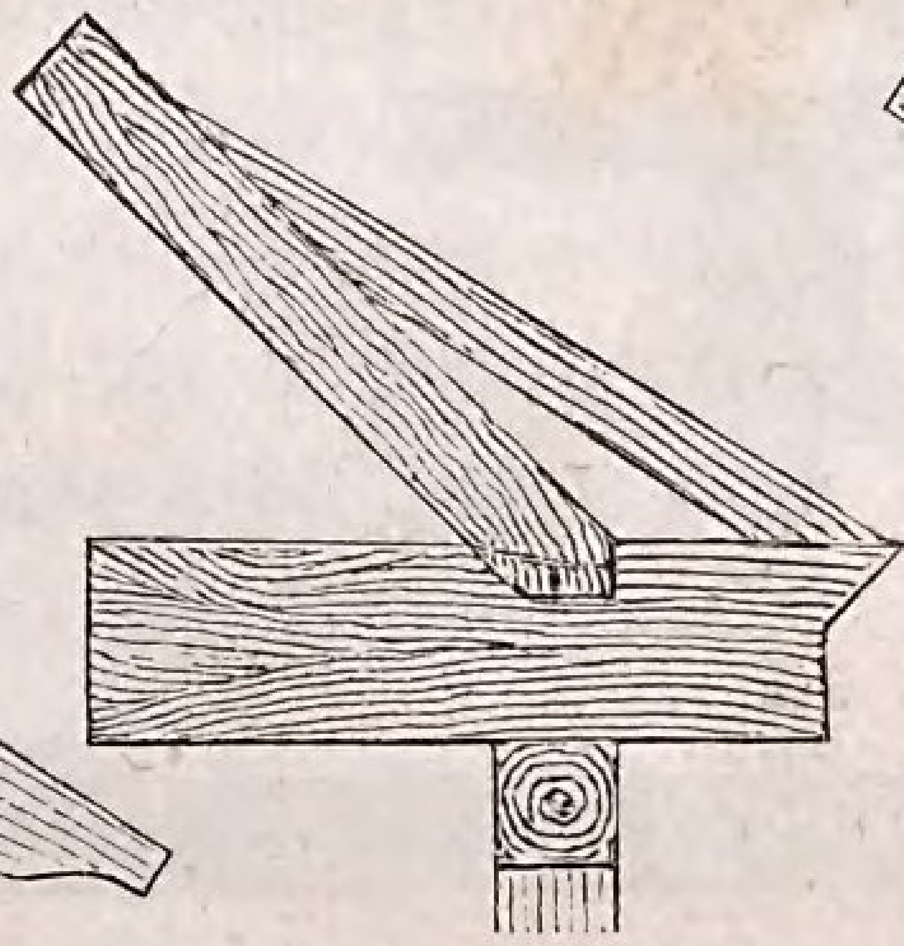


Fig. 61.

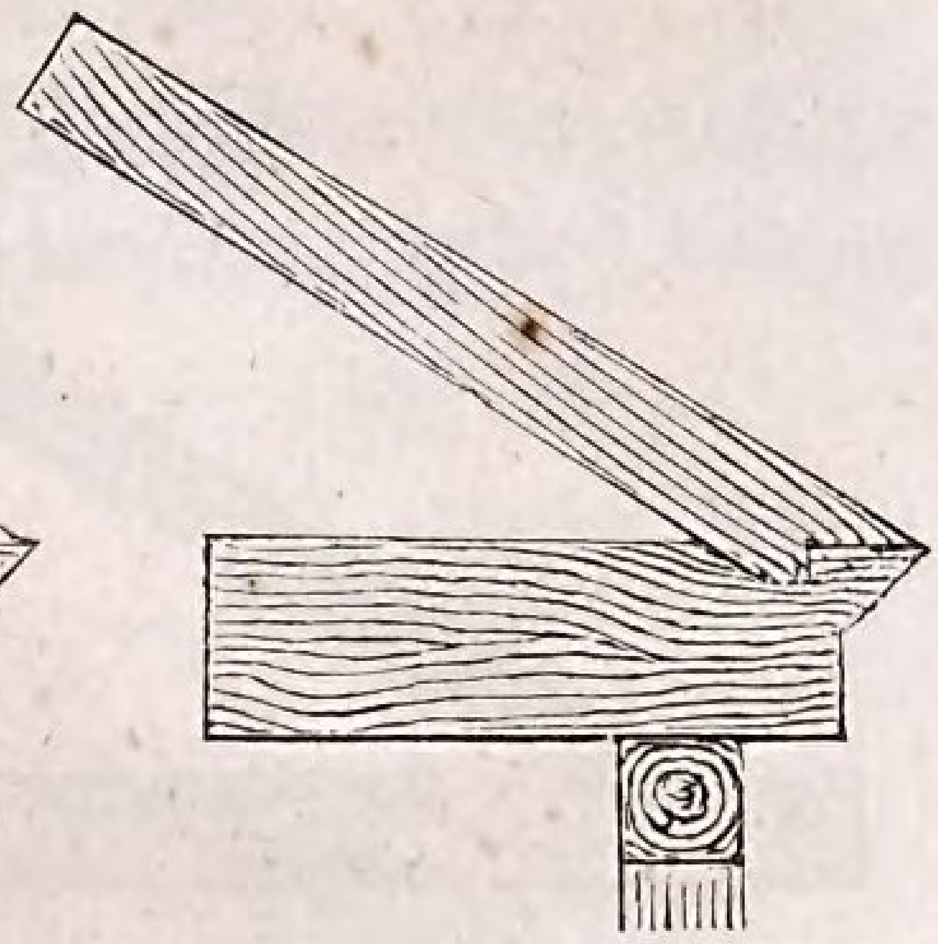


Fig. 66.

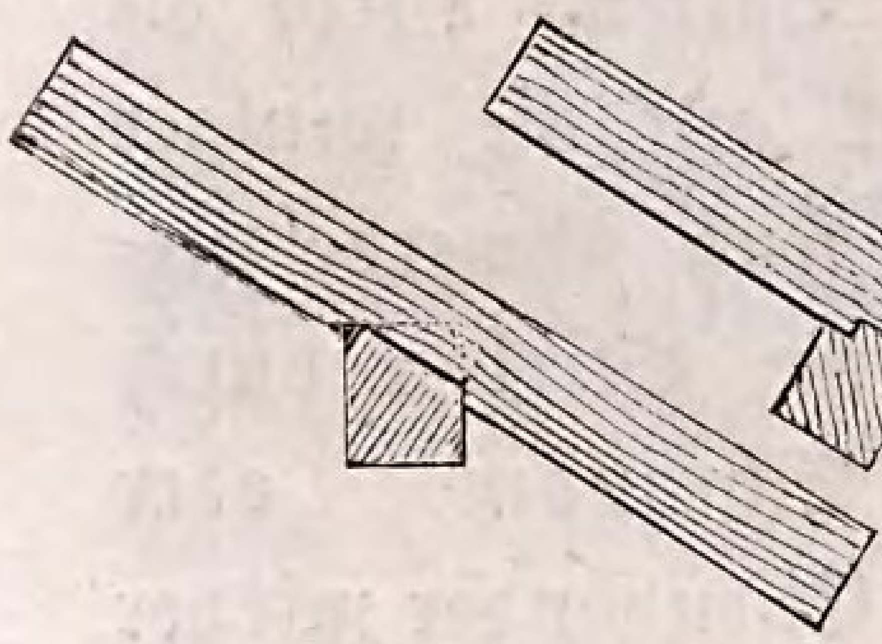


Fig. 65.

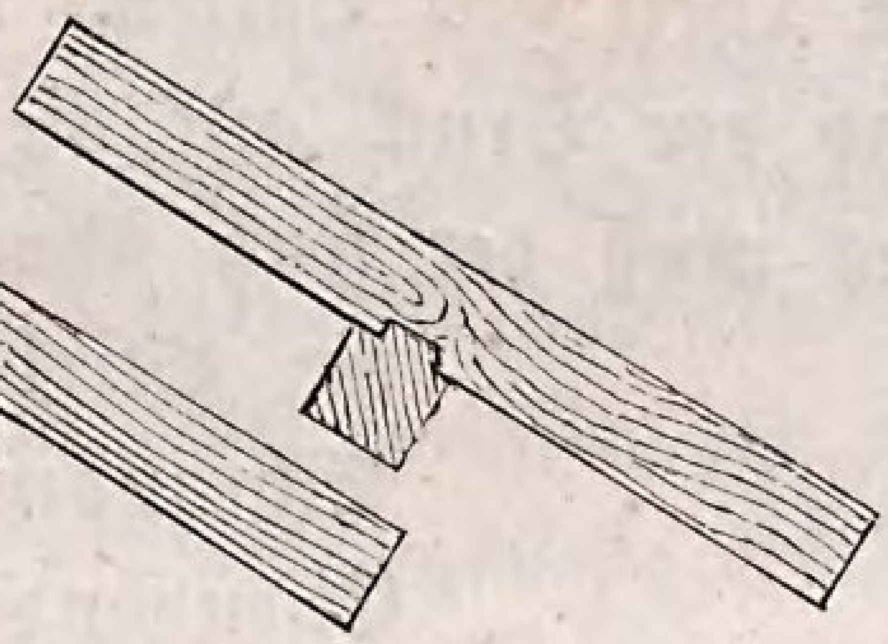
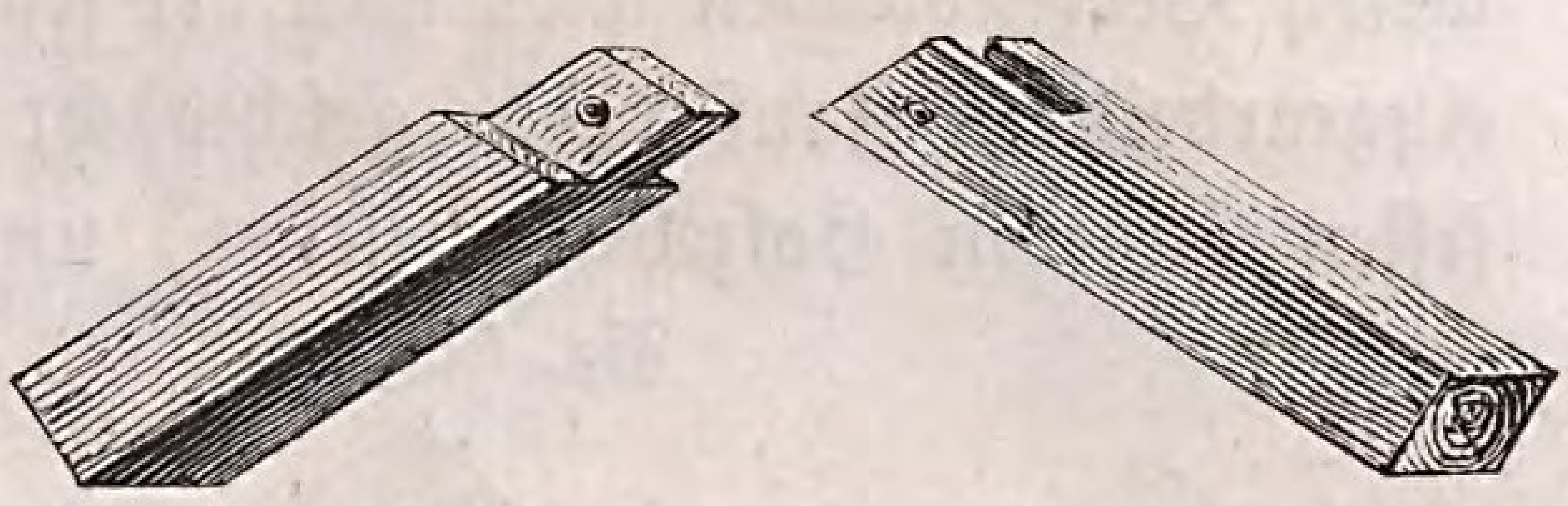


Fig. 64.



oder sie greifen verlängert über den Balken hinaus, in welchem Falle eine zangenartige Ueberblattung nach Fig. 63 die geeignetste Verbindung sein wird. Die Verbindung zweier Sparren unter sich, beim Zusammentreffen in der Firste, besteht in der Regel aus der sogenannten Gabel oder Schere, einem durchgehenden einfachen Zapfen mit durchgetriebenem Nagel.

Zur Verbindung der Sparren mit Kehlbalken ist die in Fig. 63 angegebene Anblattung dem Anzapfen, bei welchem letztern die ganze Festigkeit auf dem eingetriebenen Nagel beruht, vorzuziehen. Die Verbindung mit Dachpfetten hängt von der Richtung der letzteren gegen die Sparren ab. Ist bei der in Fig. 65 angegebenen Lage der Pfette der Mittelkamm, so ist bei der senkrechten Richtung der Pfette nach Fig. 66 die daselbst angegebene Aufkämmung, bei welcher angenommen ist, daß die Pfette zwischen den Sparren ihre ganze Stärke behält, die zweckmäßigste Verbindung.

b) Streben. Streben würden im Verhältniß zu ihrer Stärke die größte Tragfähigkeit haben, wenn sie nach Fig. 67 sowol mit dem Kopf *a* in die Hängesäule, als auch mit dem Fuße *b* in den Balken rechtwinkelig eingesetzt werden könnten. Wenn dies nun auch bei Zimmerwerken unausführbar ist, so muß doch bei den Verbindungen dieser Normalansatz der Streben im Auge behalten und das dem Zweckmäßigsten zunächst Liegende in der Ausführung zu erreichen gesucht werden. Die üblichen Versetzungen am Fuße der Streben sind in Fig. 68 und Fig. 69 dargestellt.

Bei der erstern Verbindung hat die Strebe gleiche Stärke mit dem Balken, und es ist wie an dem hintern Zahne gegen seitliches Verschieben ein kurzer Zapfen angebracht; bei der letztern ist die Strebe, von geringerer Breite, als der Balken, auf einer Seite bündig, und die eingesetzte Zahnung mit einem, nach der Richtung der Unterkanten der Streben verlängerten, tief eingreifenden Zapfen versehen. Bei diesen Verbindungen wird nun der festeste Theil des Balkens durch die eingearbeiteten Zapfen sehr geschwächt und der Druck auf die weniger festen äußeren Holztheile geleitet, und es muß der Fuß schwerbelasteter Streben durch Schrauben oder Eisenbänder mit der Schwelle umdeßwillen verbunden werden, weil die Holzverbindung nicht an der in Fig. 67 mit *c* bezeichneten Stelle, bei der die Drehung stattfindet, in die Schwelle eingreift, und in Folge dessen entweder aus dem Stirnzahne aufwärts springt, oder das von dem Stirnzahne zusammengepreßte Holz der Schwelle, wie in Fig. 68 angegeben, absprengt, förmlich weghobelt. Bei der in Fig. 70 angegebenen Verzahnung, bei welcher gegen seitliches Verschieben an der Strebe seitlich angebrachte Blätter in die weniger festen Holztheile der Schwelle eingreifen, der Hauptzahn an der vordern Drehkante, und zwar im rechten Winkel gegen die Kante der Strebe, angebracht und der schwächere Stirnzahn durch die Nagel- oder Bolzenverbindung der Blätter mit dem

Fig. 67.

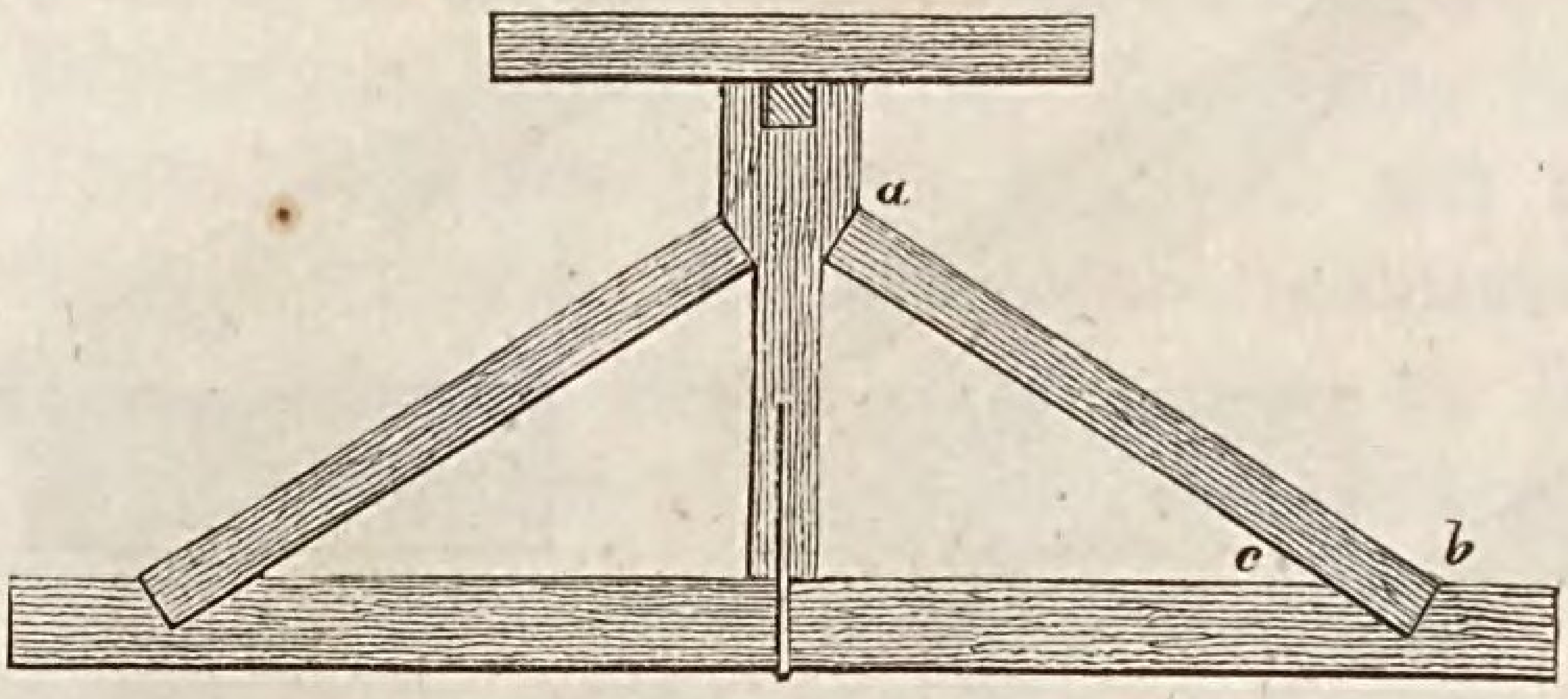


Fig. 68. 69.

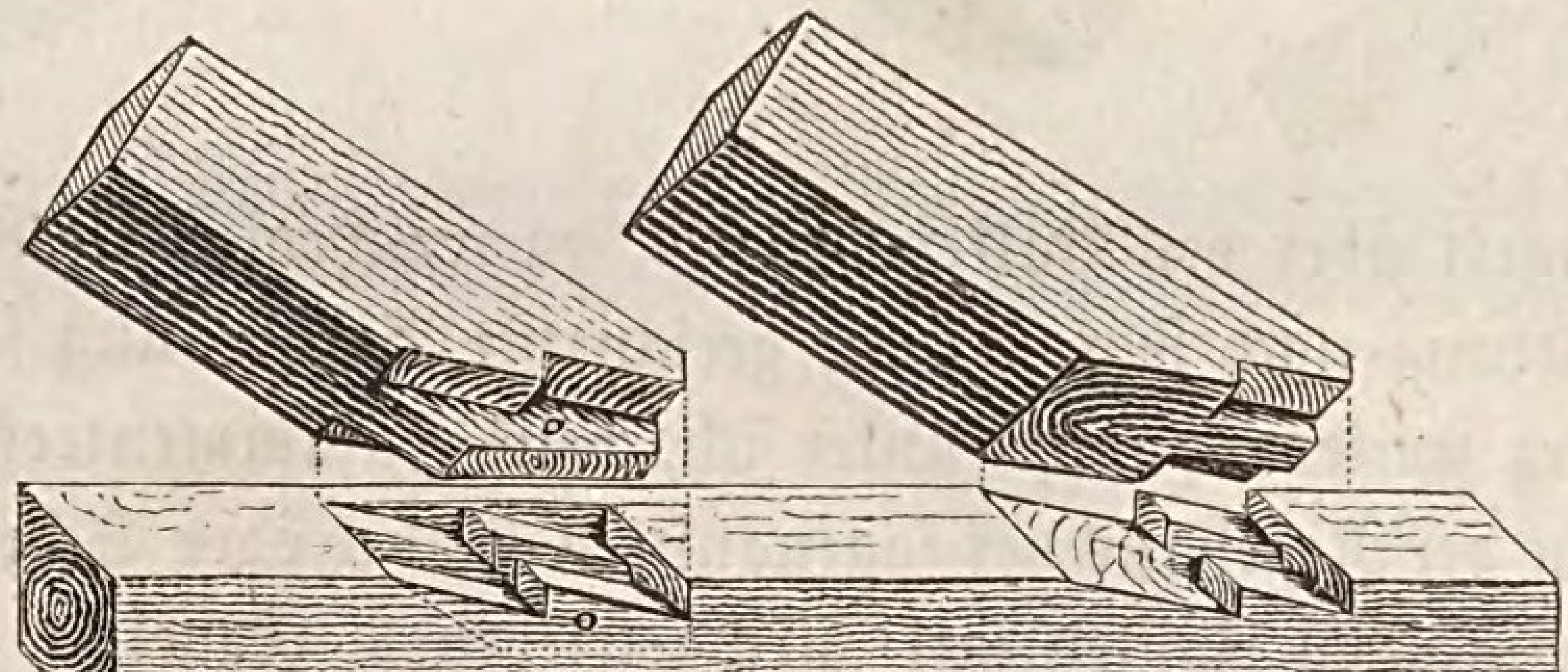
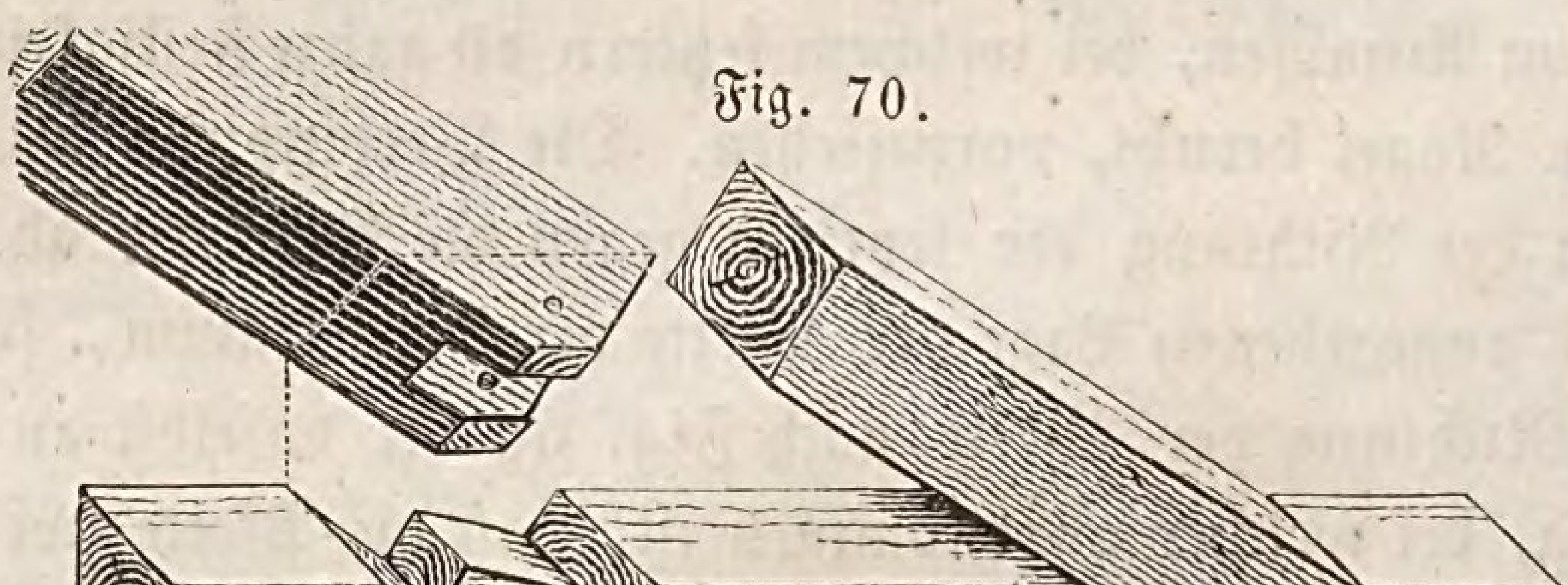


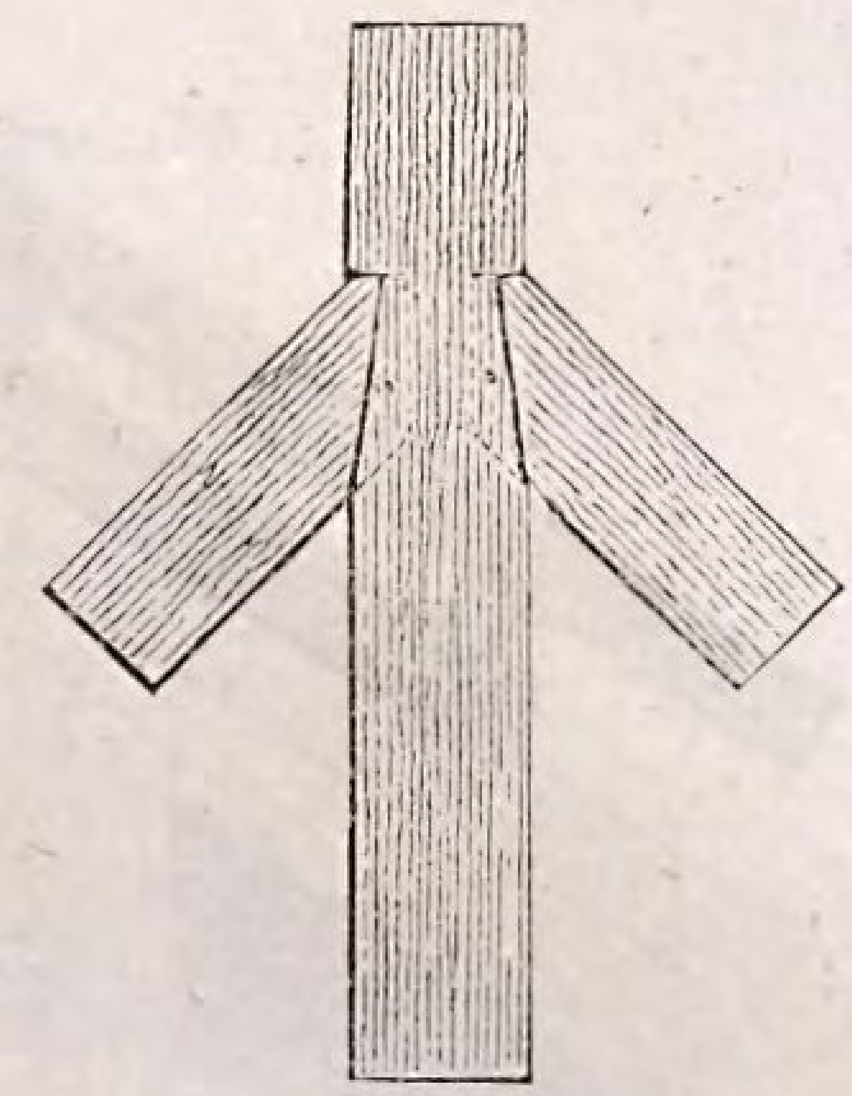
Fig. 70.



Kern der Schwelle gegen das Ausspringen gesichert ist, werden die Mängel der in Fig. 68 und 69 dargestellten Verbindungen an dem Fuße von Streben vermieden, ohne daß durch diese zweckentsprechende Verbindung eine schwierigere Bearbeitung veranlaßt würde.

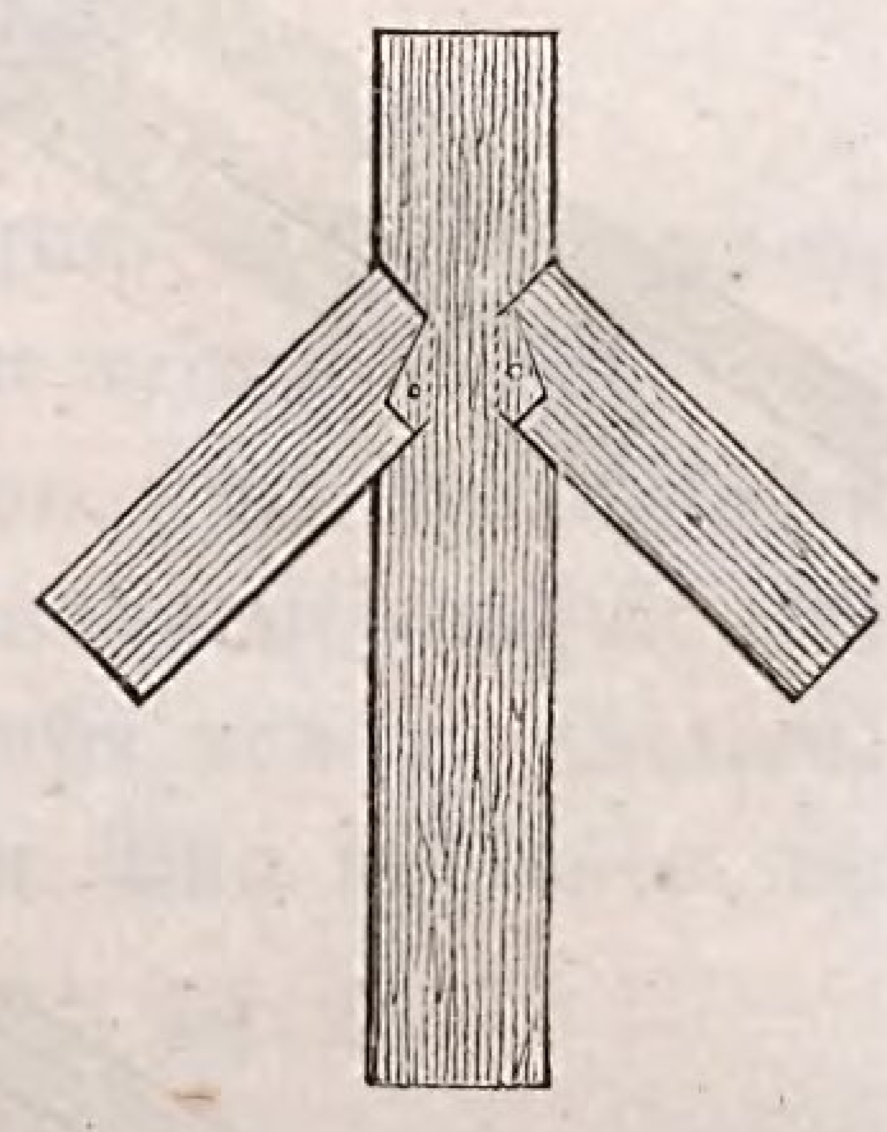
Am Kopfe der Streben, nämlich da, wo die Streben an das zu stützende Holz, Pfosten oder Hängesäule befestigt werden, richtet sich die Verbindung einestheils nach der Belastung des zu unterstützenden Holzes, anderntheils aber auch darnach, an welcher Stelle desselben die Strebe angesetzt werden muß.

Fig. 71.



Bei einseitig angebrachten Streben für geringe Belastung genügt die Versetzung mit Zapfen nach Fig. 71. Sitzen die Streben nicht weit unter der Oberkante des aufzuhängenden Holzes an, und ist die Last schon bedeutend, so wird die in Fig. 72 dargestellte doppelte Versetzung vorzuziehen sein, bei welcher der Ansatz der Zähne durch die Halbirungslinie des Winkels, welchen die Oberkante der Streben mit der Hängesäule einschließt, bestimmt wird.

Fig. 72.



Mit größter Vorsicht muß bei der Verbindung der Strebenköpfe da verfahren werden, wo die Belastung beträchtlich ist und der Ansatz der Streben zunächst der Oberkante der Hängesäule angebracht werden muß. In solchen Fällen sehen wir meist Schrauben und Eisenbänder angewendet, welche, nach dem Zuge abwärts angeschlagen, gegen das Ausspringen der Stirnzähne zu sichern und die Streben mit der Hängesäule zu einem unverschieblichen Ganzen zu verbinden bestimmt sind. Nehmen wir den bei Dachwerken vorkommenden ungünstigsten Fall an, den nämlich, daß die äußeren Hauptstreben die, eine Firstpfette tragende Hängesäule stützen und zugleich den Dachpfetten zur Unterstützung dienen sollen, so würde, bei einigermaßen bedeutender Belastung, die übliche Verbindung etwa die mit Zugbändern und Bolzen versehene nach Fig. 73 sein.

Bei dieser Verbindung hängt die Festigkeit hauptsächlich von der Arbeit des Schlossers ab, und es hat der Zimmermann, indem er die Hängesäulen, beinahe ausschließlich der Eisenconstruction wegen, verdoppelt,

sogar noch zur nachtheiligen Belastung der Streben beigetragen. Der Zimmermann soll aber darnach streben, bei seinen Verbindungen das Eisen zu verbannen, und soll es überhaupt nur da anwenden, wo es, sei es als Nagel, Schraube, Bolzen oder Hängeeisen, wegen seiner größern Festigkeit bei geringen Dimensionen geradezu nicht entbehrt werden kann.

Fig. 73.

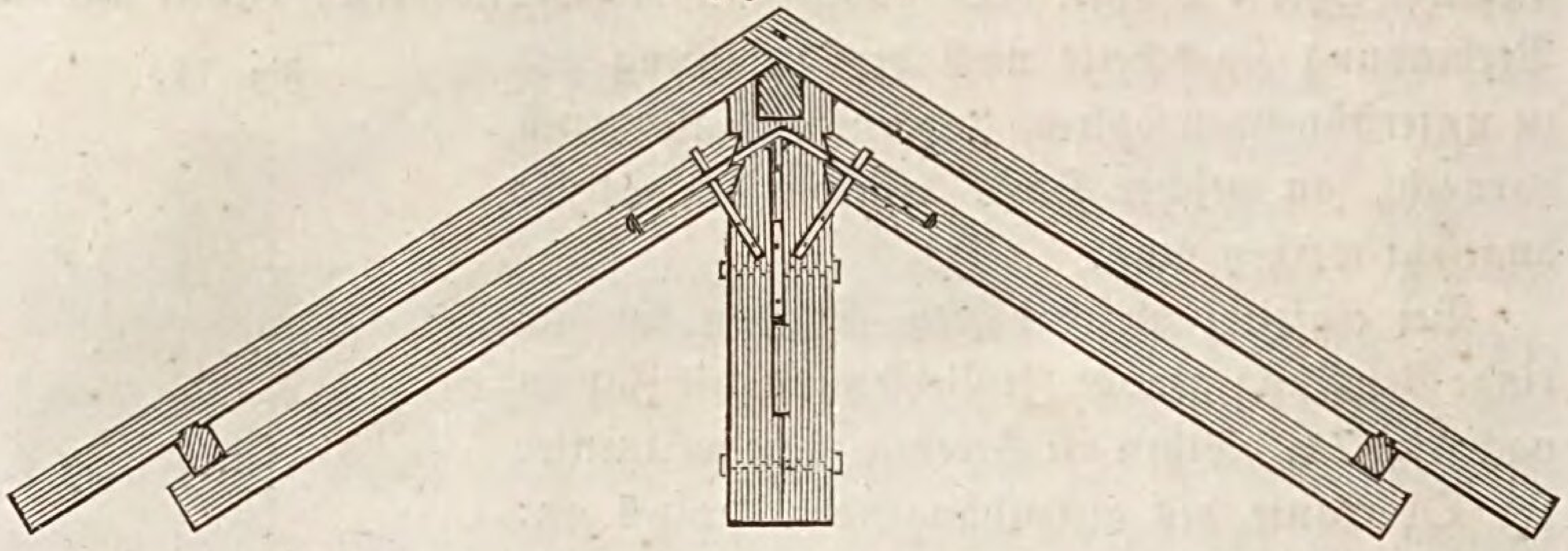


Fig. 74 *a*.

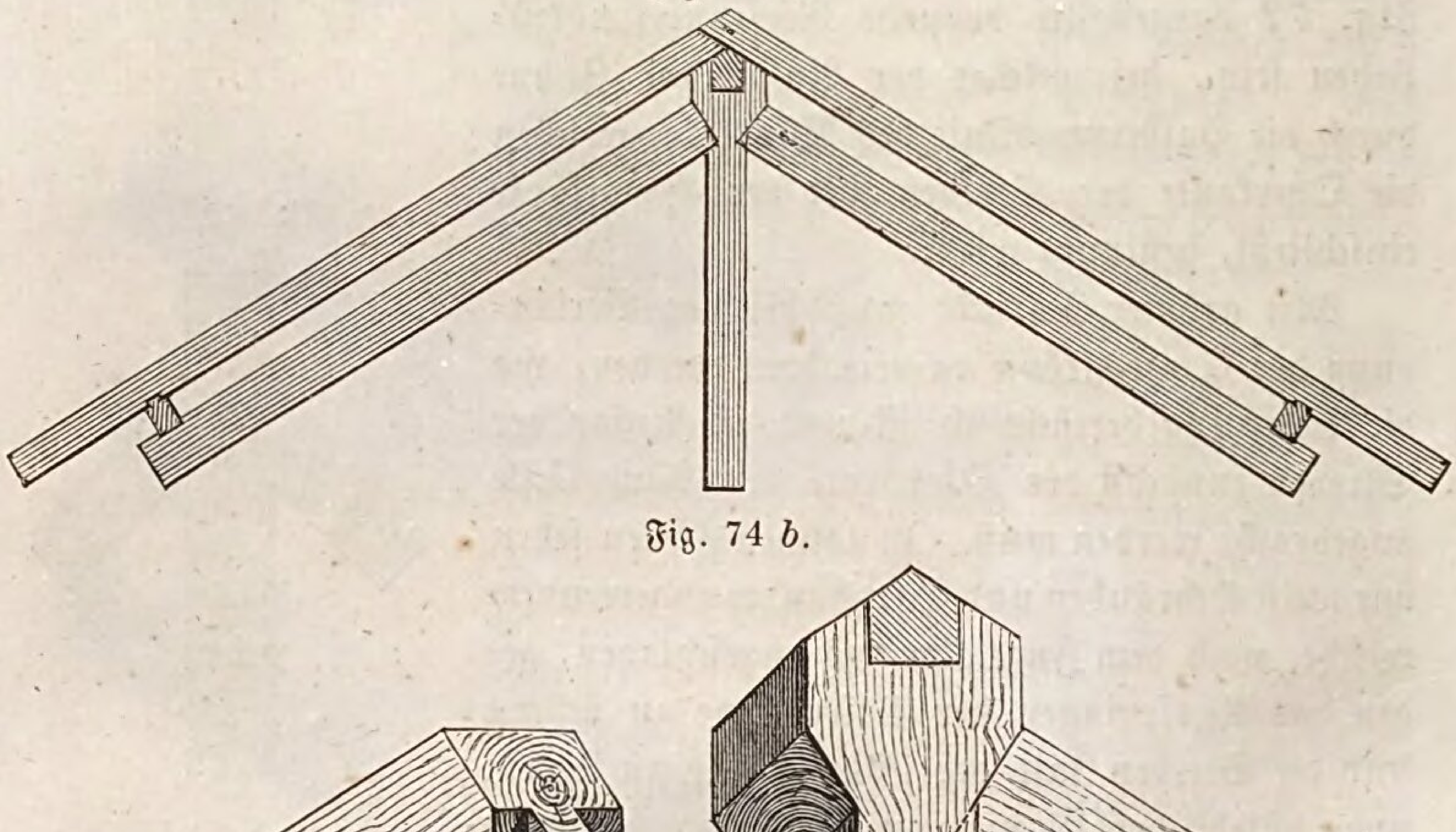
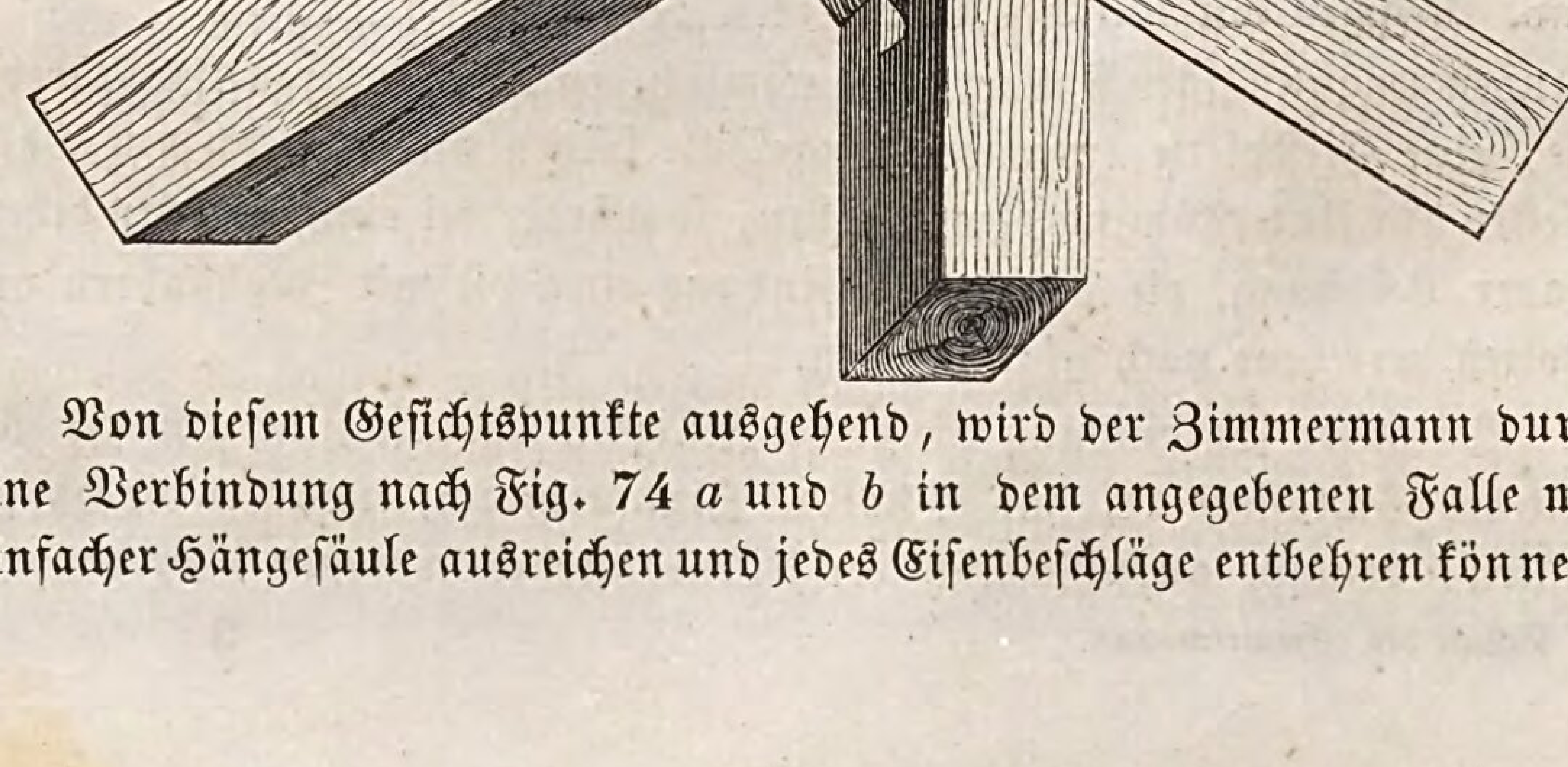


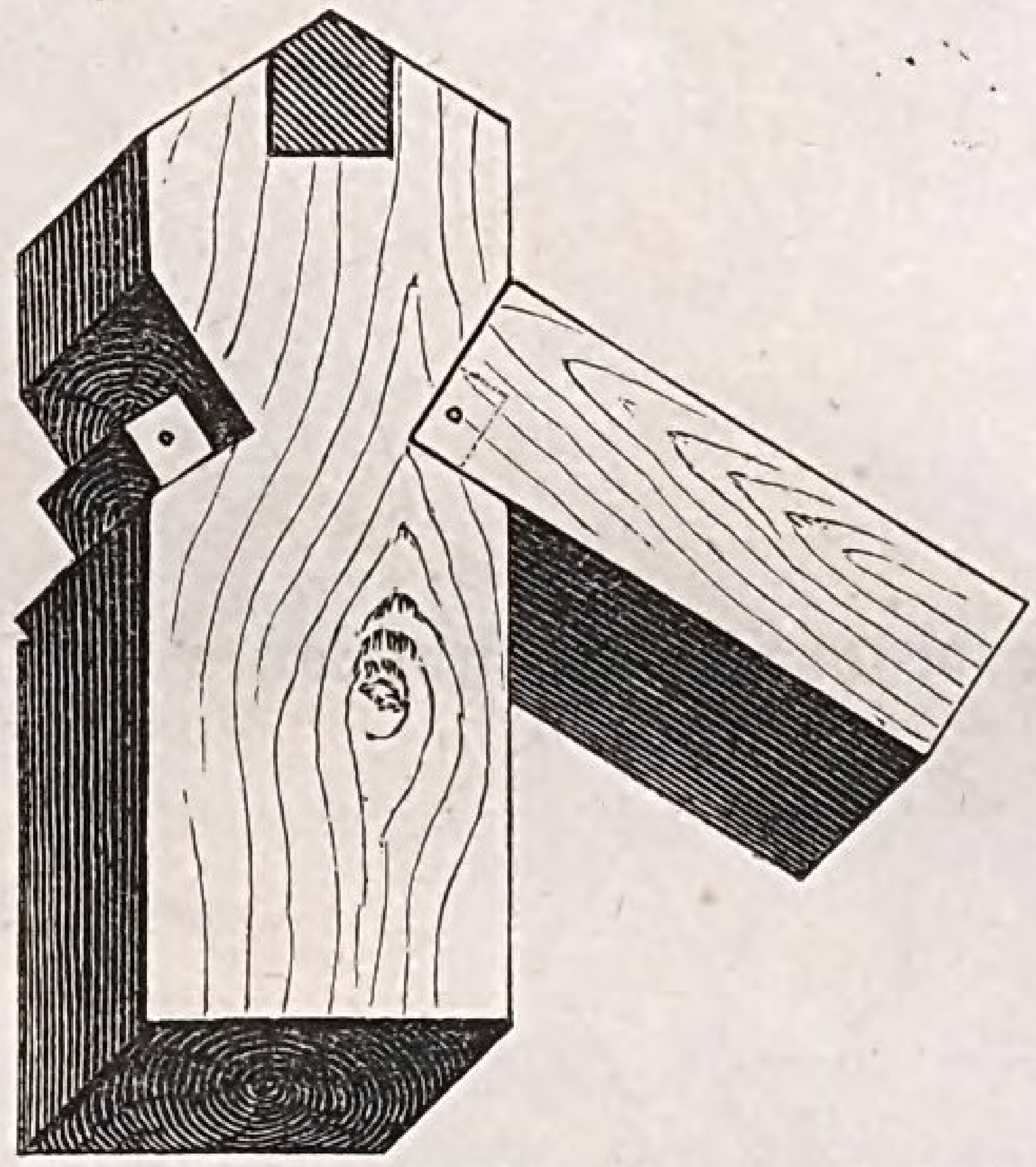
Fig. 74 *b*.



Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wird der Zimmermann durch eine Verbindung nach Fig. 74 *a* und *b* in dem angegebenen Falle mit einfacher Hängesäule ausreichen und jedes Eisenbeschläge entbehren können.

Die hier angenommene Verschwächung der Hängesäule, von dem rechtwinkeligen Ansatz der Strebe abwärts, wird in den meisten Fällen angewendet werden können, zumal wenn die Hängesäule, wie es bei allen schwerbelasteten Hängewerken geschehen sollte, von Eichenholz genommen wird, dessen größere Festigkeit mehr Sicherheit gegen das Zusammenpressen beim Ansatz der Strebe gewährt, und dessen Tragfähigkeit als Hängesäule mehr als **100** Centner auf den Quadratzoll Querschnitt beträgt.

Fig. 75.



Schreibt die Construction eine gleiche Breite der Hängesäule von dem Ansatz der Strebe abwärts vor, so kann die Verbindung nach Fig. 75 dahin abgeändert werden, daß die Strebe in zwei Ansätzen als Klaue eingreift und statt des Zapfens in der Mitte, gegen seitliches Verschieben, Blätter angebracht sind. Bei diesen beiden Verbindungen ist der Zapfen und die Anblattung von geringer Bedeutung, und es könnten diese gegen seitliches Ausweichen angebrachten Verbindungstheile bei sorgfältiger Bearbeitung füglich entbehrt werden, wenn nicht auf das Aufrichten Rücksicht genommen werden müßte.

c) Büge und Zangen. Büge werden von senkrechten Pfosten zur Verspannung und in der Regel, zumal wenn damit zugleich eine Unterstützung beabsichtigt wird, unter einem Winkel von **45** Graden, dem sogenannten Tragwinkel, angesetzt. Darf der Bug nicht über die

Fig. 76.

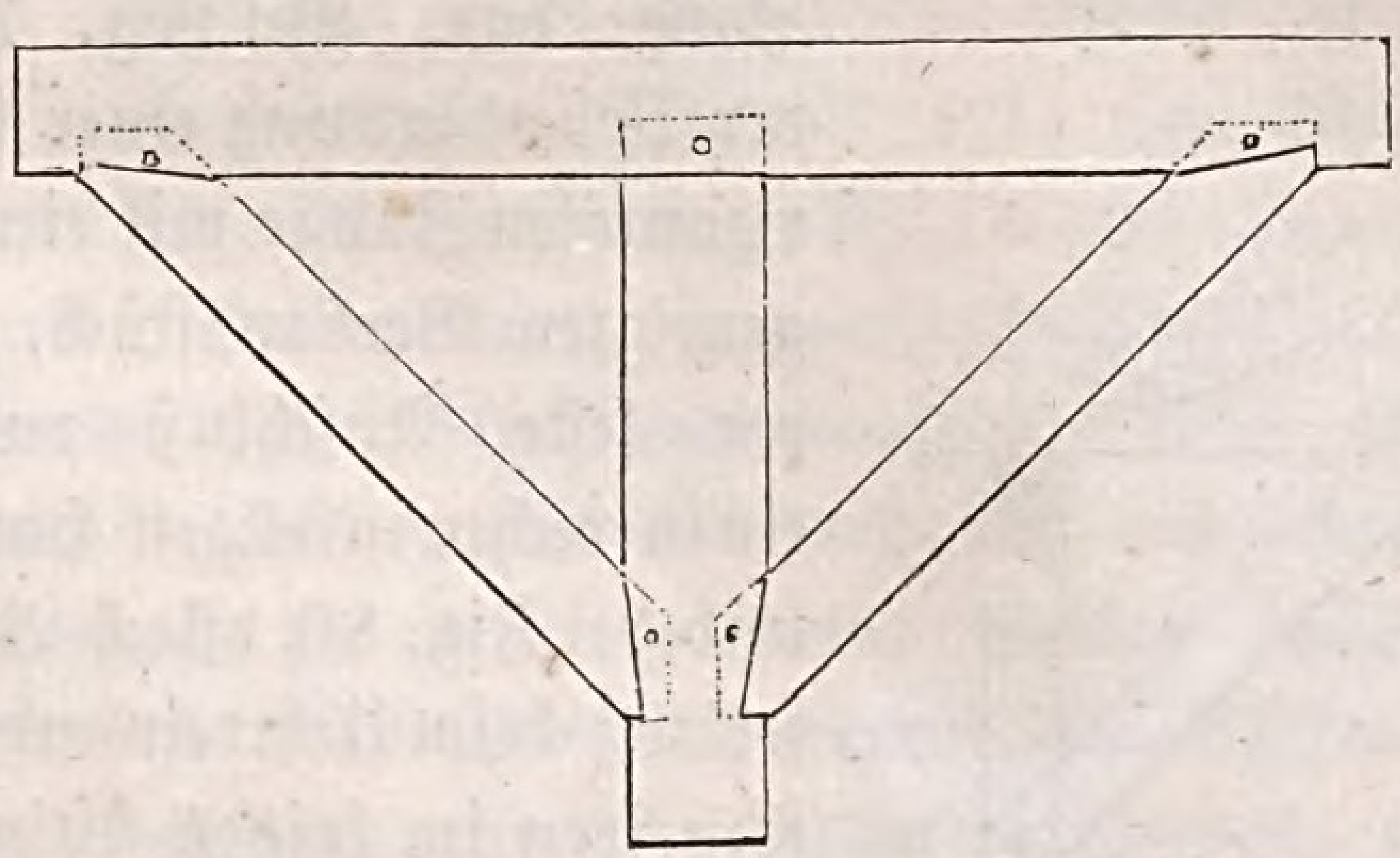
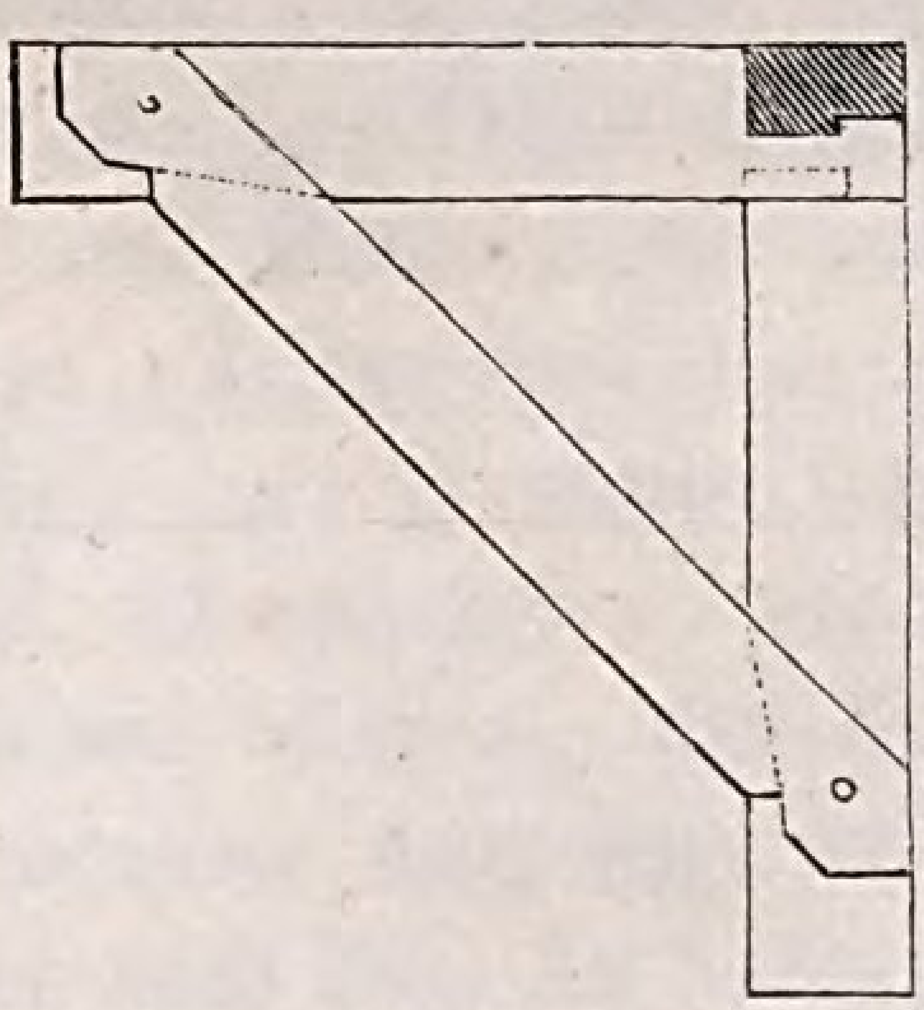


Fig. 77.

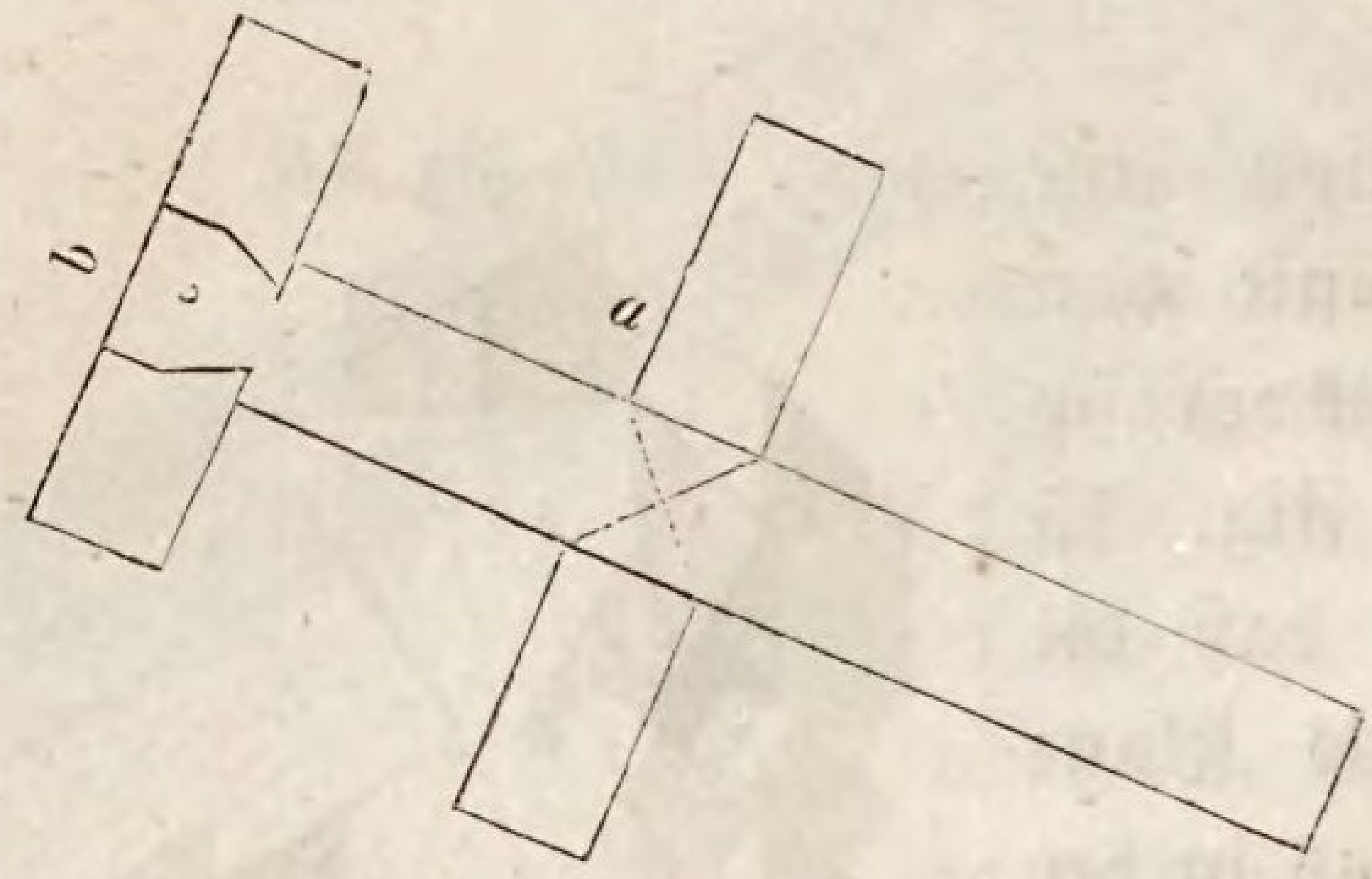


Oberfläche der mit ihm verbundenen Hölzer vorstehen, so wird er in der Mitte des Pfostens angebracht und erhält nach Fig. 76 an beiden Enden

eine unterm rechten Winkel gegen die Kanten der mit einander zu verbindenden Hölzer geschnittene Versetzung mit Zapfen.

Bei Dachverbänden und überall da, wo das Bündige der Verbandstücke nicht erforderlich ist, kann durch die in Fig. 77 dargestellte Anblattung der Bug zugleich als Zange dienen, eine Verbindung, welche zur Verspannung den Vorzug verdient.

Fig. 78.



Die Zangen liegen in seltenen Fällen bündig, treten meist vor, und die Verbindungen der Zangen mit anderen Verbandstücken bestehen aus Ueberblatttungen, deren Form durch die Functionen der Zangen an den einzelnen Ueberschneidungsstellen und durch die feste Verknüpfung der durch Zangen von einander abhängig gemachten Verbandstücke bedingt ist. Fig. 78 stellt bei *a* die rechtwinkelige Kreuzung als Kreuzblatt und bei *b* die schwalbenschwanzförmige Ueberblattung bei rechtwinkeliger Verbindung am Ende der Zange dar. Bei Fig. 79, der Ueberblattung einer horizontalen Zange mit einem geneigten Verbandstück, ist der feste Anschluß durch einen rechtwinkeligen Haken und bei Fig. 80 durch Versetzung beim Uebereinanderschneiden im spitzen Winkel gegen Veränderung durch Drehen gesichert.

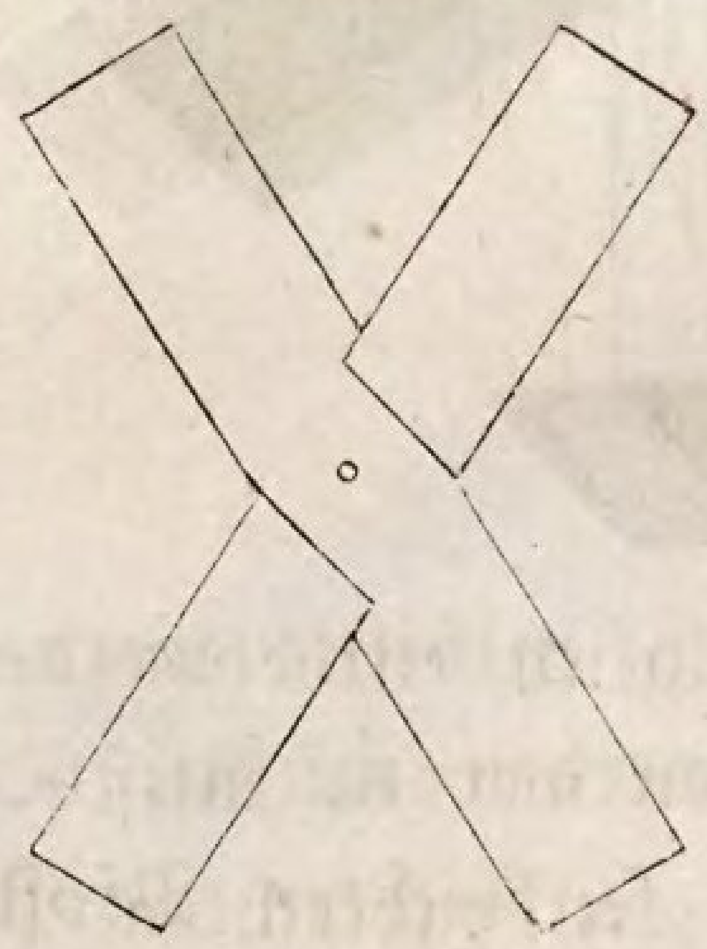


Fig. 79.

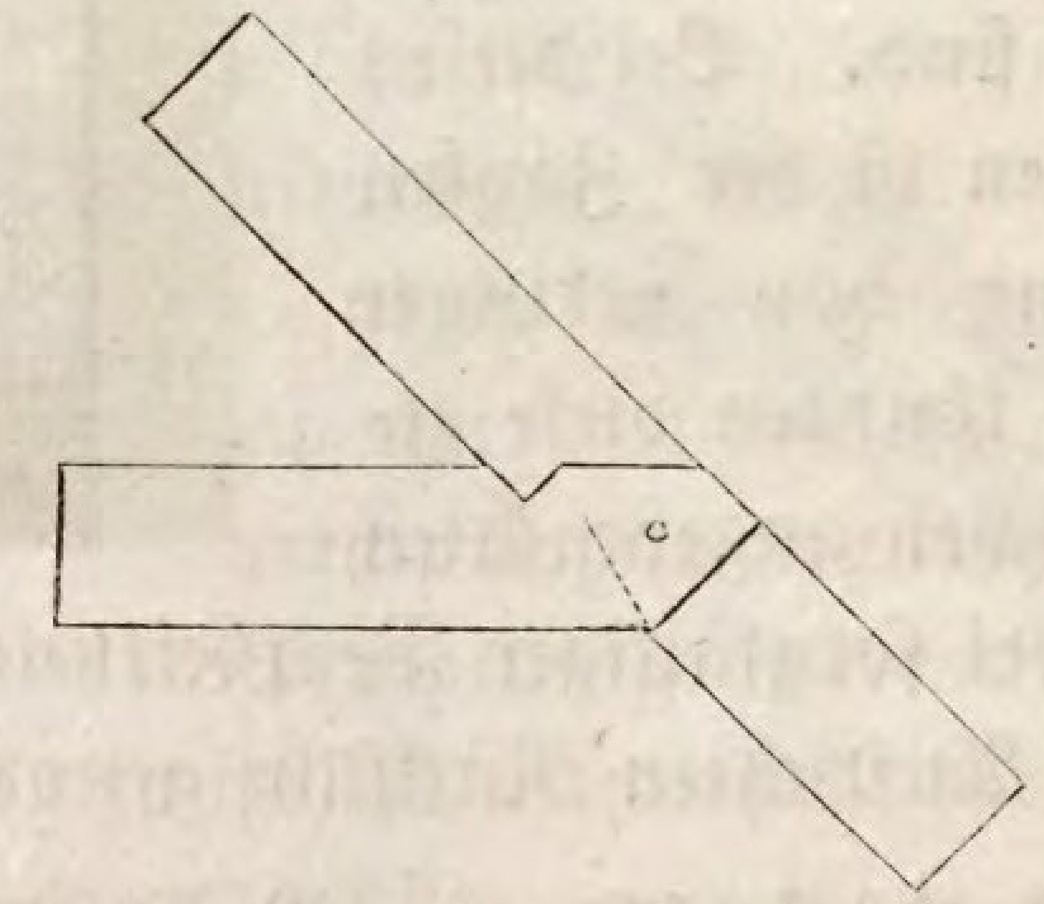


Fig. 80.

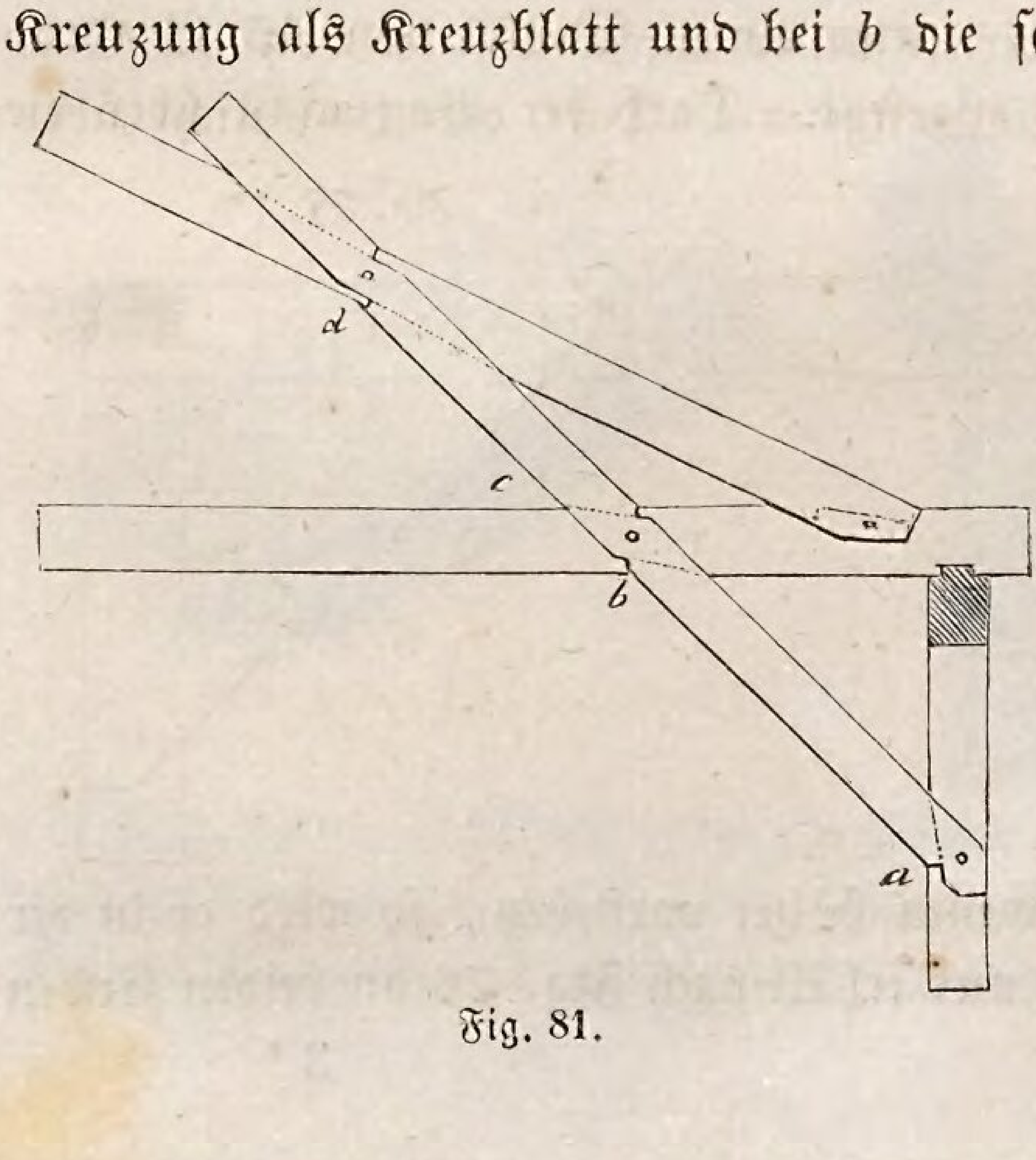


Fig. 81.

Gehen Zangen von senkrechten über horizontale und geneigte Verbandstücke, so richten sich die Versetzungen nach den verschiedenen Functionen; so ist nach Fig. 81 der untere Theil *ab* als Bug, der obere *cd* als Strebe zu betrachten und darnach die Versetzung anzuordnen.

Hiermit glauben wir unsere Betrachtung über die unmittelbaren Holzverbindungen beschließen zu können. Aus dem Gegebenen etwa Fehlendes abzuleiten, kann dem Nachdenken des Lesers um so bereitwilliger überlassen werden, weil wir überzeugt sind, daß ihm das Erfinden eines zweckentsprechenden Verbandes mehr Nutzen und Vergnügen gewährt, als das Nachzeichnen der vollständigsten Sammlung.

Fünfter Abschnitt.

Von den Wänden.

Die Zimmerwände bestehen entweder ganz von Holz, oder sie bilden ein zusammenhängendes Holzgerippe mit Zwischenfeldern, den sogenannten Gefachen, welche entweder ausgemauert oder mit anderen Materialien ausgefüllt, zuweilen auch unausgefüllt gelassen werden.

Zu den ersteren Wänden gehören: die Blockwand, die Spundwand und die Bohlenwand. Breter- und Lattenwände sind nicht dazu zu rechnen und gehören unter die Verschläge.

Die Blockwand besteht aus über einander gelegten Balken und findet nur in holzreichen Gebirgsgegenden oder in kalten Ländern, wo die ganz aus Holz bestehende Wand am meisten gegen Kälte schützt, ihre Anwendung. Fig. 82 stellt eine Blockwand aus rohen Stämmen und Fig. 83 eine solche Wand von zugerichteten Balken, mit vortretenden Balkenenden, sogenannten Vorstößen dar. In beiden Fällen überbinden die Balken um die Hälfte ihrer Höhe, und es müssen sonach zum Abgleichen sowol unterhalb, wie bei Fig. 83 angegeben, als auch oberhalb die tiefer gelegenen Balken aufgefüttert werden. Bei Blockwänden ohne Vorstöße werden die Balken entweder nach Fig. 84 auf halbe Höhe durch Ueberzinken verbunden, oder nach Fig. 85 bündig gelegt und zur Hälfte überblattet. Kommen bei Blockwänden lange Balken ohne Querverband vor, so erhalten sie gegen das Ausbiegen Dollen oder

Dübel auf 5 bis 6 Fuß Entfernung von einander. Alle Blockwände setzen sich, in Folge des Zusammentrocknens der Balken, können sonach im In-

Fig. 83.

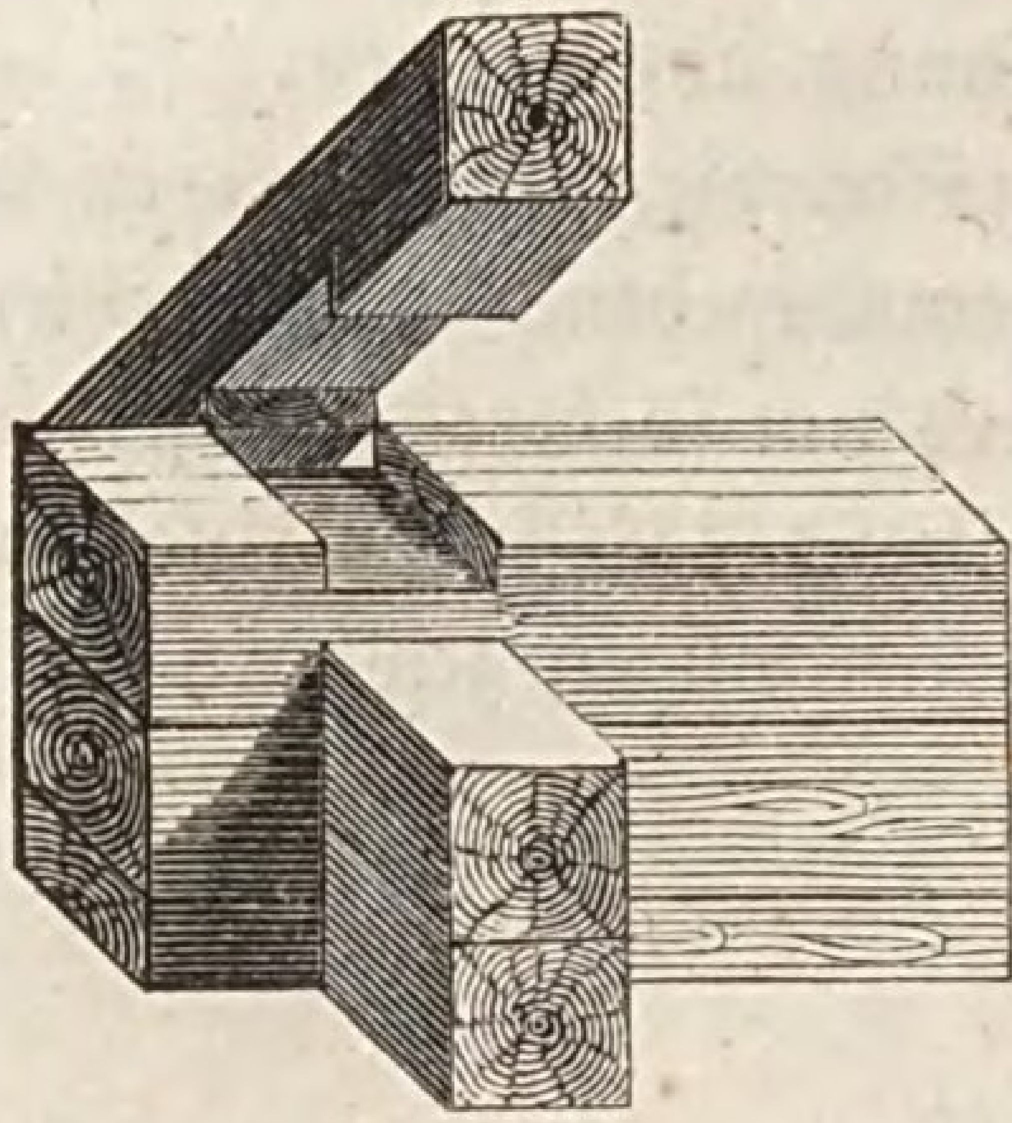
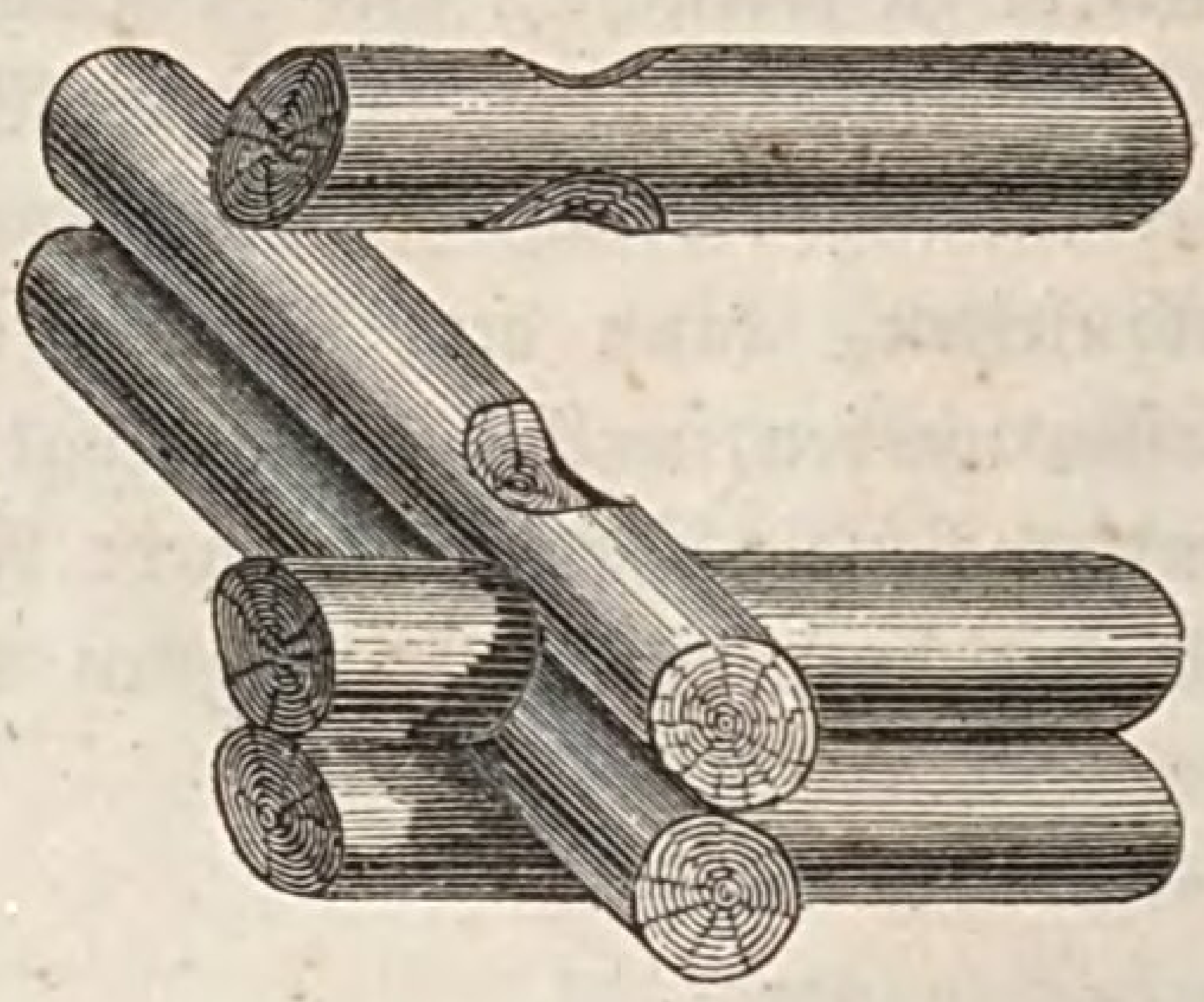


Fig. 82.



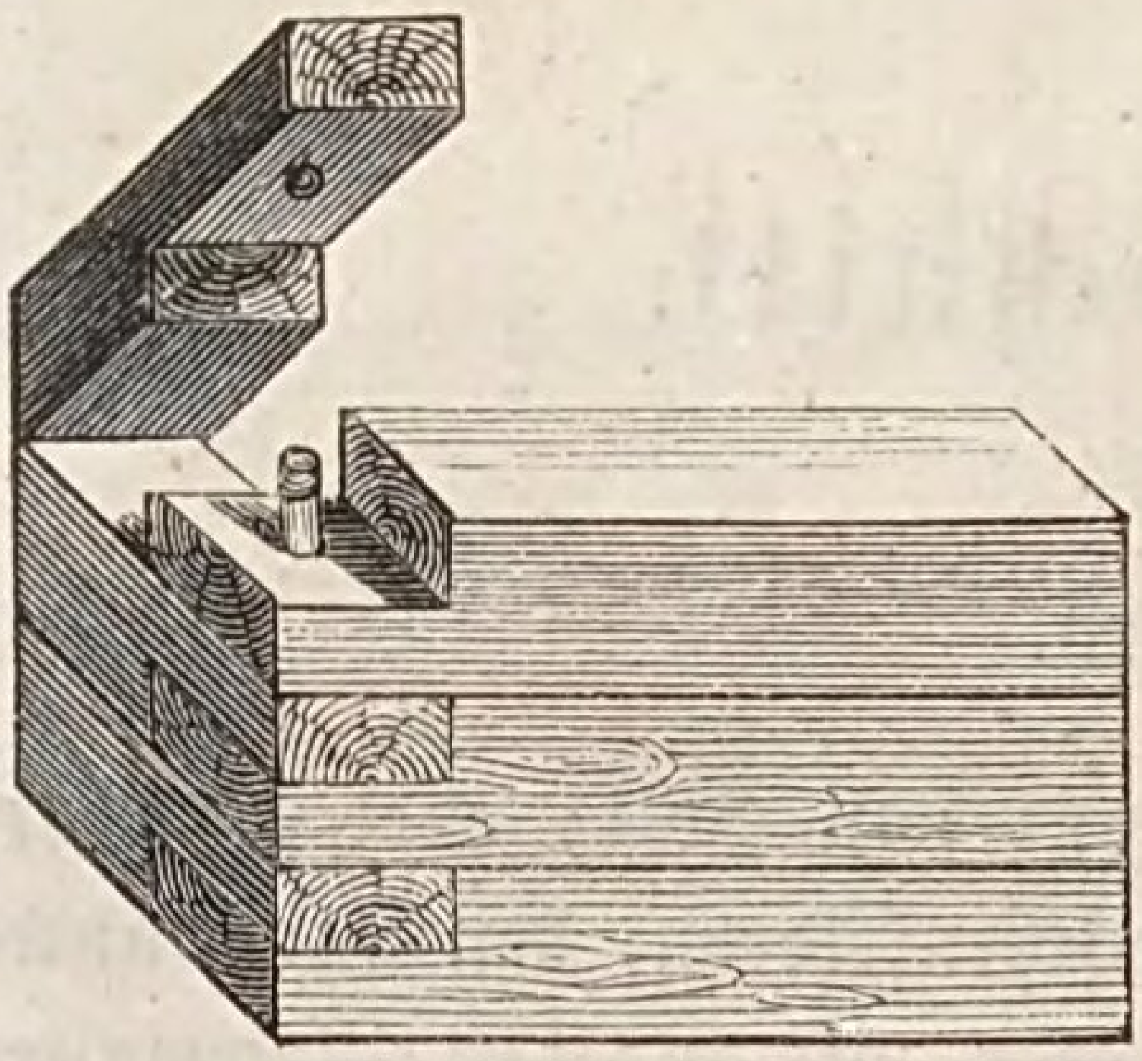


Fig. 85.

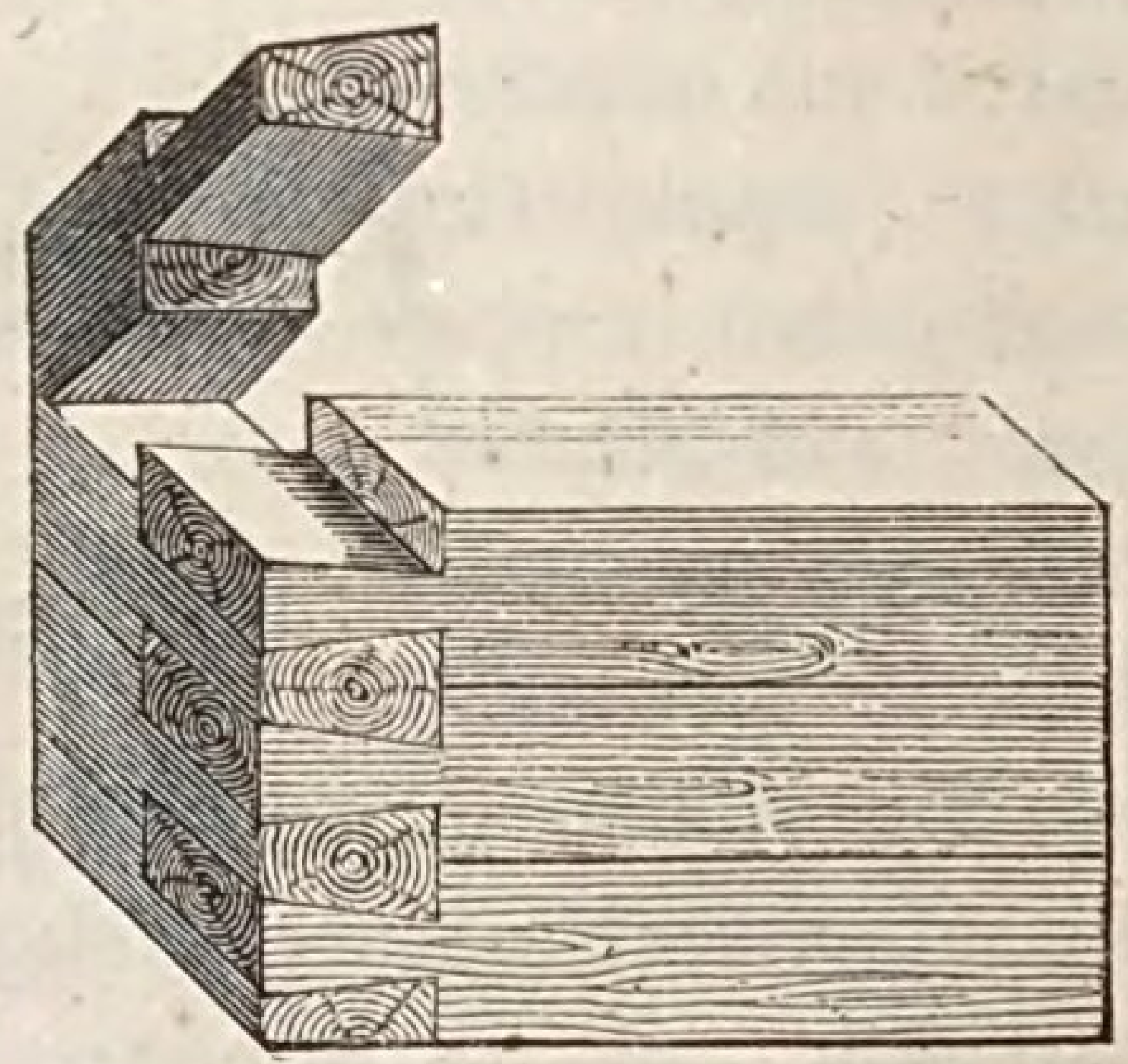


Fig. 84.

nern nur dann mit einem Verputz versehen werden, wenn die Balken eine senkrechte Verschalung erhalten.

Die Spundwand unterscheidet sich von der Blockwand dadurch, daß sie nicht aus auf einander gelegten Balken, sondern aus neben einander gestellten Pfosten besteht. Wie aus Fig. 86 zu ersehen, greifen die Pfosten vermittelst Zapfen in eine durchgehende Nuth der Schwelle ein, und sind auf ihre ganze Höhe durch Nuth und eingreifende Zapfen in einander gefügt. Der Eckpfosten wird nach der Richtung der anschließenden Wände um so viel verstärkt, als das Eingreifen der Zapfen von den anschließenden Wandpfosten beträgt. Wie die Pfosten unterhalb durch Zapfen mit der Schwelle verbunden sind, so erhalten sie auch oberhalb Zapfen zur Verbindung mit der Pfette oder bei vorkommenden Durchbrechungen der Wand mit Riegeln. Da bei der Spundwand kein Senken stattfindet, so ist sie in allen Fällen, wo die ganze Wand in gleicher Stärke aus Holz bestehen soll, der Blockwand vorzuziehen. Da bei solchen Wänden eine Längenverspannung im Holzwerke nicht angebracht werden kann, so er-

scheint es gerathen, an den Hauptecken im Innern eiserne Zugbänder von der Pfette gegen die Schwelle anzubringen und diese Zugbänder mit jedem

Fig. 86.

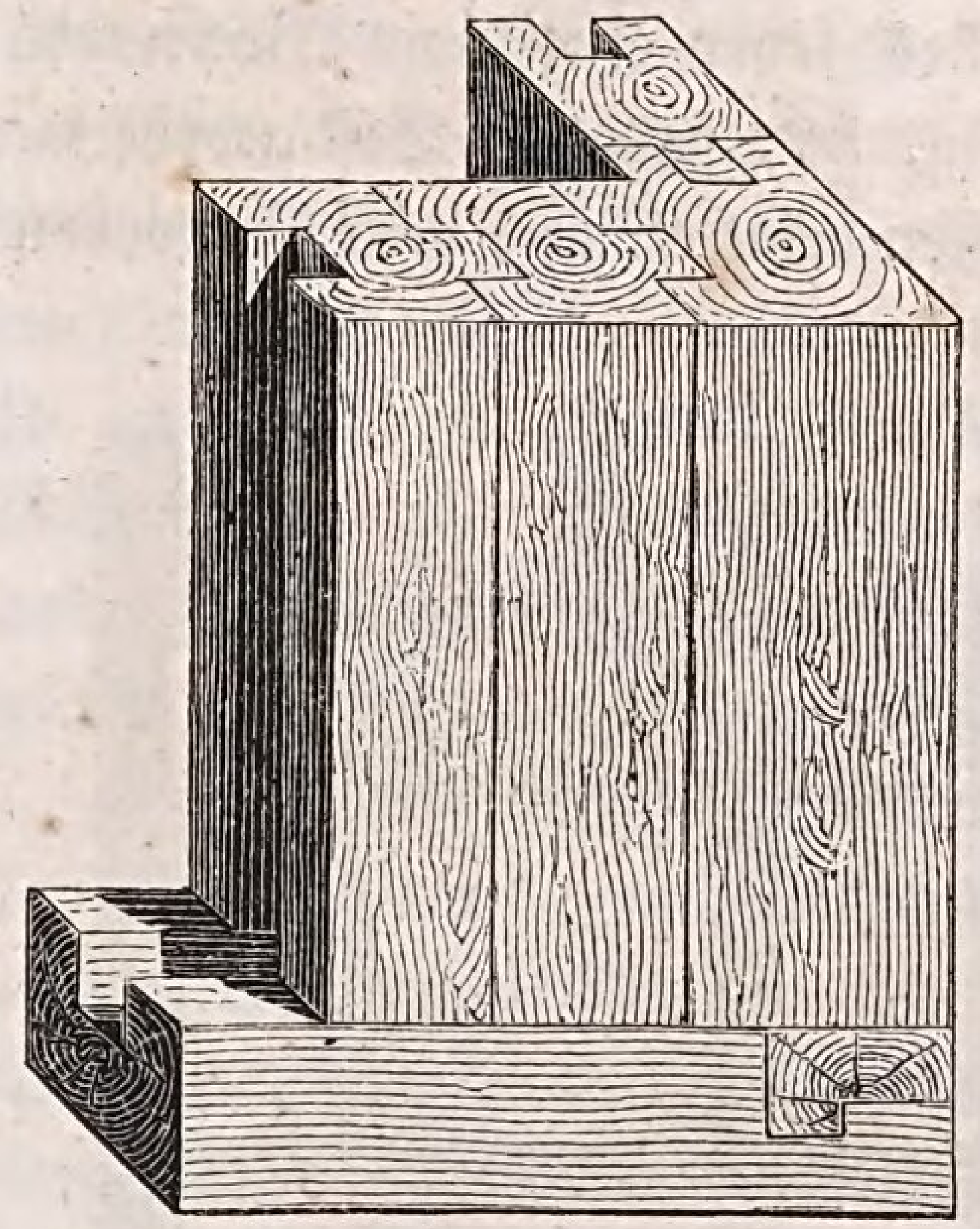
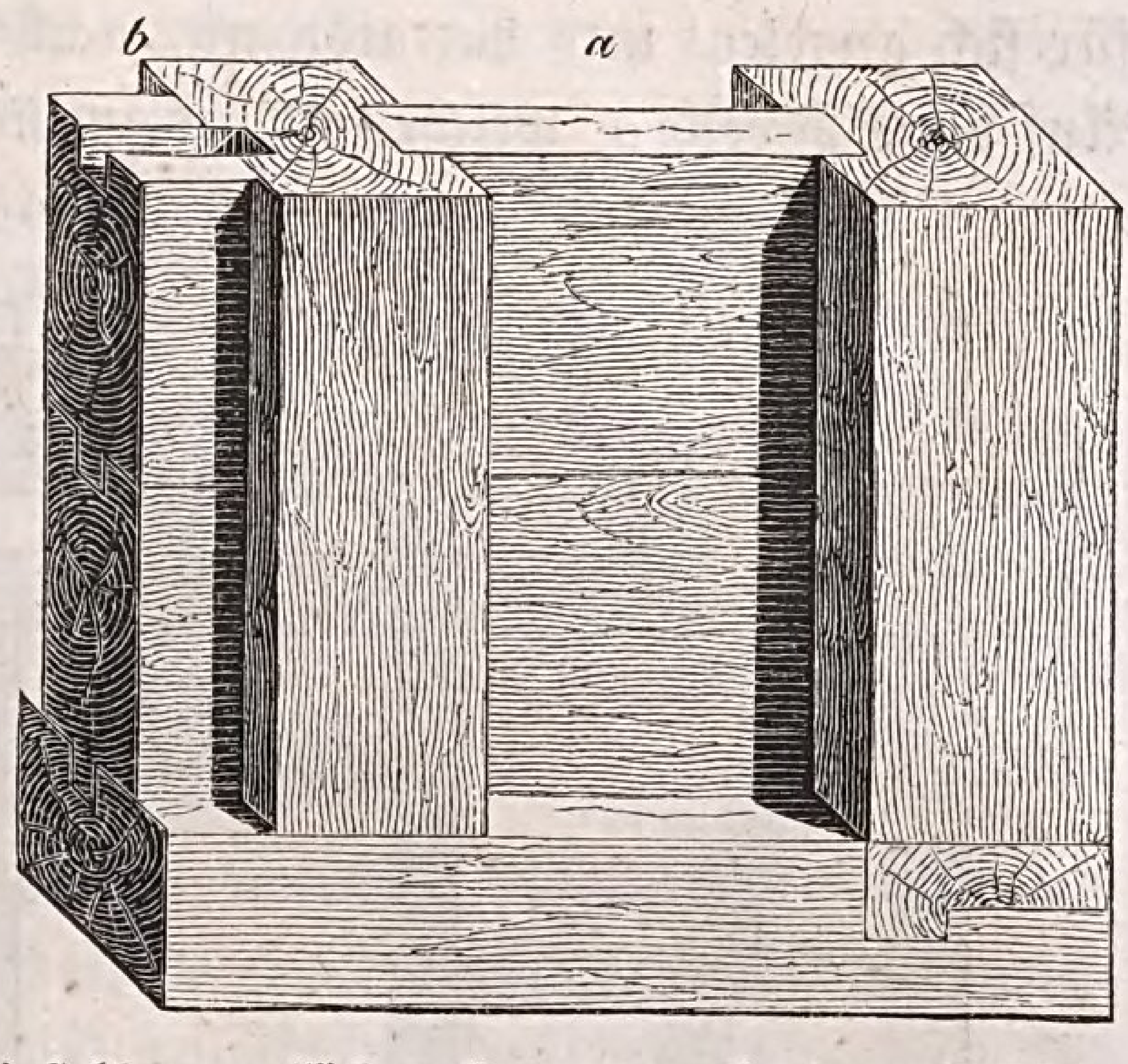


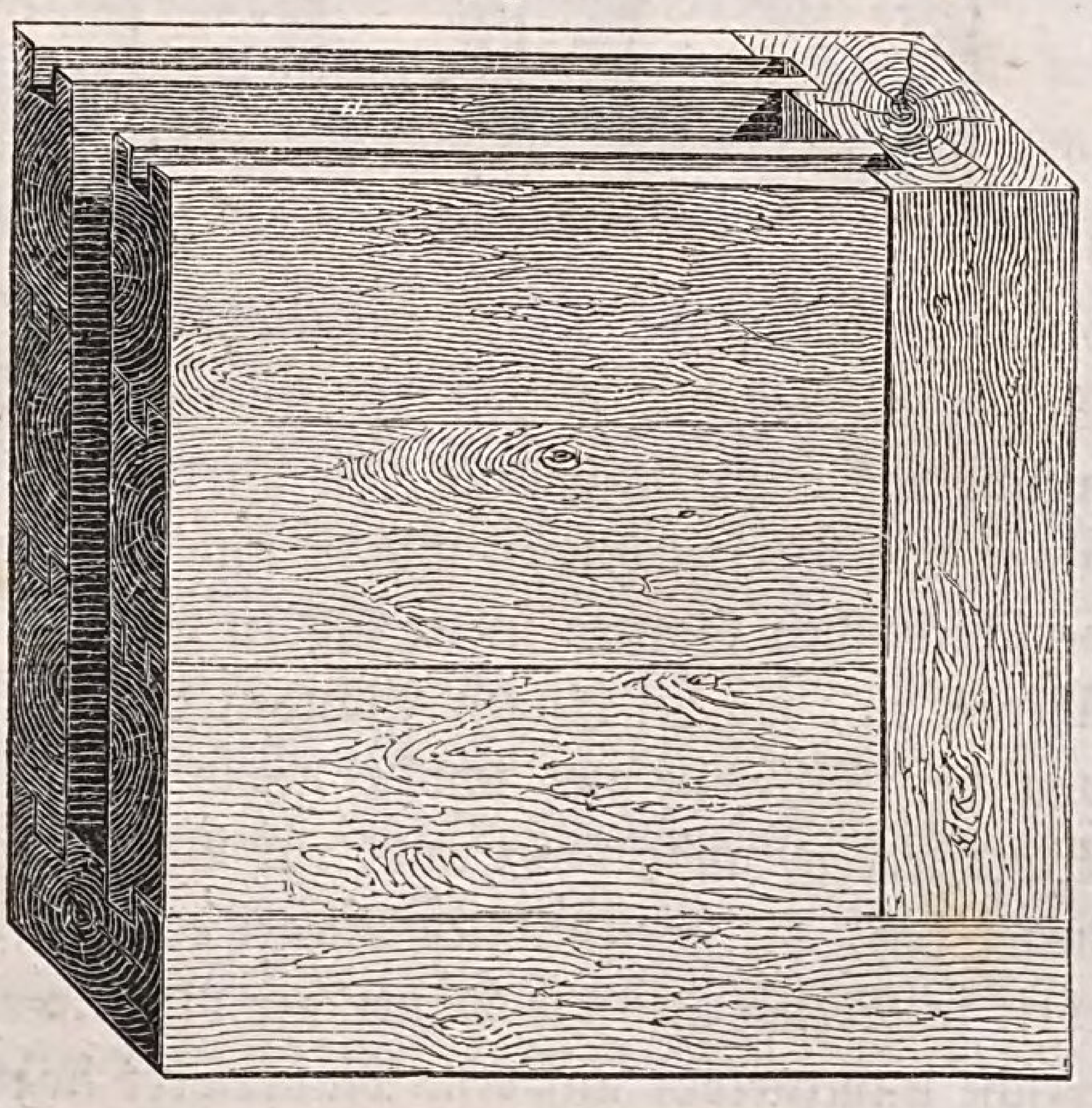
Fig. 87.



einzelnen Pfosten, über welchen dieselben geführt sind, durch einen kräftigen Nagel zu verbinden.

Die Bohlenwand wird dadurch gebildet, daß die Felder zwischen den senkrechten Wandpfosten auf die ganze Höhe der Wand mit horizontal auf einander gelegten Bohlen oder Dielen ausgefüllt werden. Die senkrechten Pfosten erhalten nach Fig. 87 eine durchgehende Nuth, bei schwachen Bohlen nach *a*, so daß der ganze Bohlen sich einlegt, oder bei starken Bohlen nach *b*, wo die Bohlen ebenfalls sich mit Zapfen in die Nuth des Pfostens einlegen und unter sich auf dem Lager über einander genuthet sind. Zur Abtheilung von Gefängnißzellen leisten doppelte Bohlenwände nach Fig. 88 die besten Dienste. Wird der Zwischenraum *a* mit feinem Sande ausgefüllt, so wird sich die geringste Beschädigung der Wand durch das Ausrinnen des Sandes zu

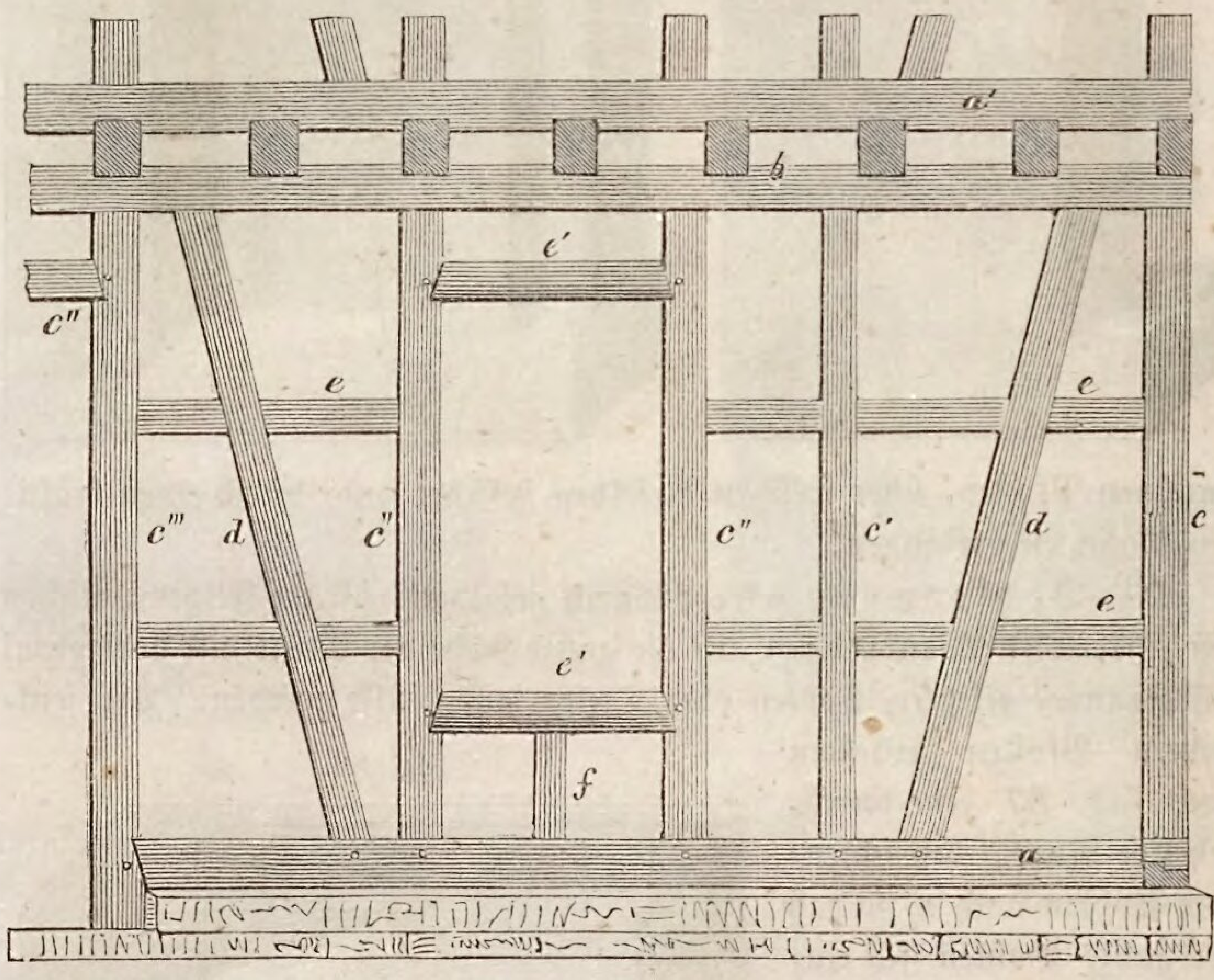
Fig. 88.



erkennen geben. Zu den Wänden, welche nur im Hauptgerippe aus Holz bestehen, gehören die Riegelwand und die Sprengwand.

Die Riegelwand, auch Fachwerks- oder Fachwand genannt, wird in der Regel auf die Höhe eines jeden einzelnen Stockwerks für sich angelegt und hat alsdann, nach Fig. 89, folgende Bestandtheile. Auf der Schwelle *a*, welche, als der am meisten belastete und dem Verderben

Fig. 89.

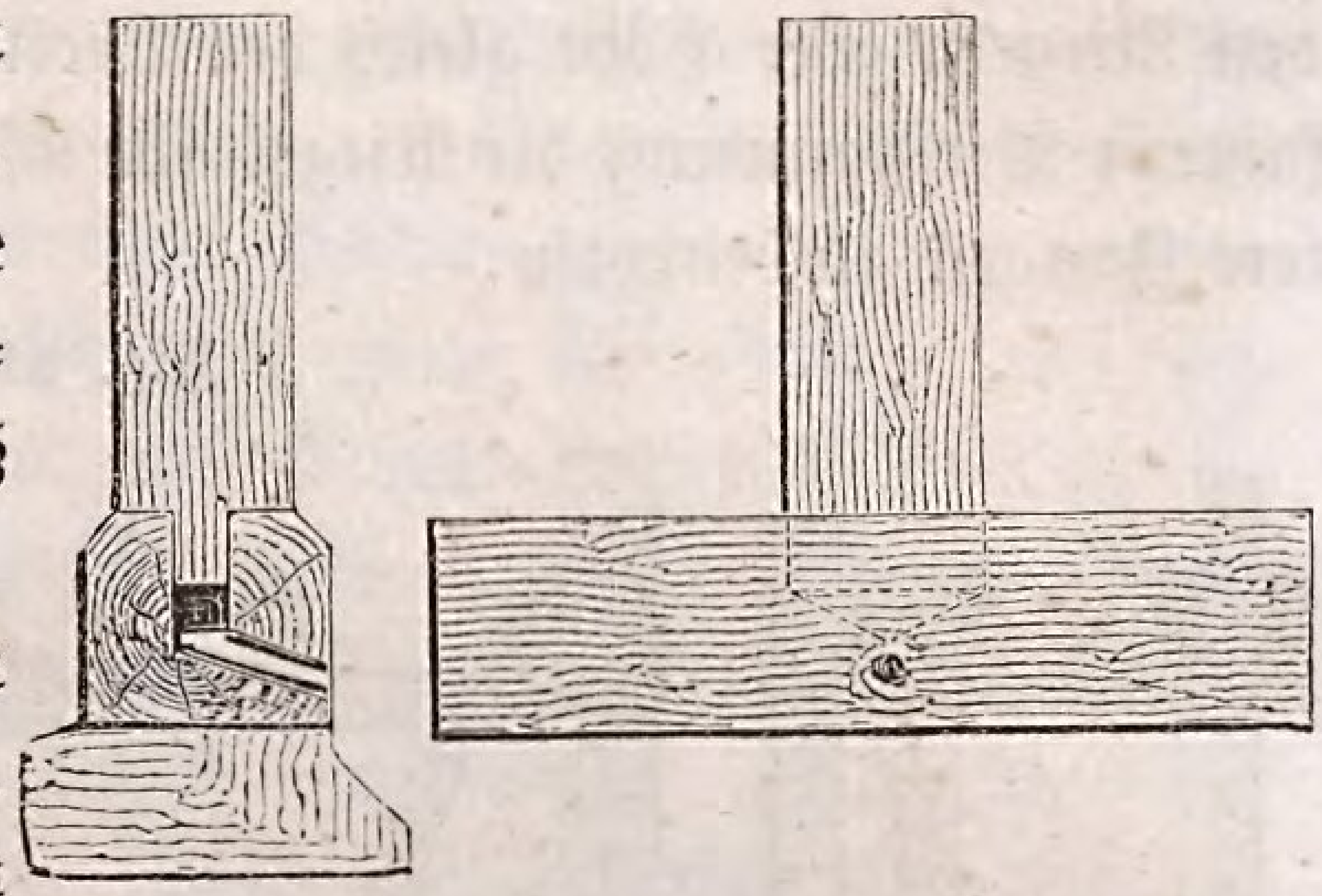


durch eindringende Nässe ausgesetzte Theil der Wand, am besten aus Eichenholz besteht, stehen die senkrechten Pfosten oder Ständer *c*, über welche das obere Rahmstück, die Pfette *b*, gelegt ist. Um nun die Wand gegen das Verschieben zu sichern und die genannten Theile zu einem unverschieblichen Ganzen unter sich zu verbinden, werden an den Ecken und überall da, wo bei langen Wänden die Pfetten gestoßen werden müssen, von der Schwelle aus schräg gegen die Pfetten Streben *d*, sogenannte Windstreben, angebracht und, zur Verbindung der Streben und Pfosten unter sich, die horizontalen Riegel *e* eingelegt. Der wichtigste Bestandtheil in Bezug auf die Dauer der Riegelwand ist die Grundschwelle *a*, welche unmittelbar auf dem Mauerwerk liegt. Besteht diese Schwelle, wie bereits erwähnt, aus Eichenholz, so muß die Kernseite nach unten gelegt werden, und es ist dafür zu sorgen, daß die in den Zapfenlöchern der

Pfosten und Streben sich ansammelnde Nässe, welche Fäulniß und in deren Folge das Zusammenpressen der Schwelle zunächst veranlaßt, daraus entfernt werde. Wird, wie Fig. 90 *a* im Querschnitt und *b* in der Ansicht dargestellt ist, das Zapfenloch nach der Mitte vertieft eingearbeitet und von der tiefsten Stelle nach außen ein Bohrloch mit Gefälle angebracht, so wird sich im Zapfenloche keine Nässe ansammeln können und außerdem dem Entstehen von Fäulniß durch Luftzug vorgebeugt werden.

Fig. 90.

a *b*

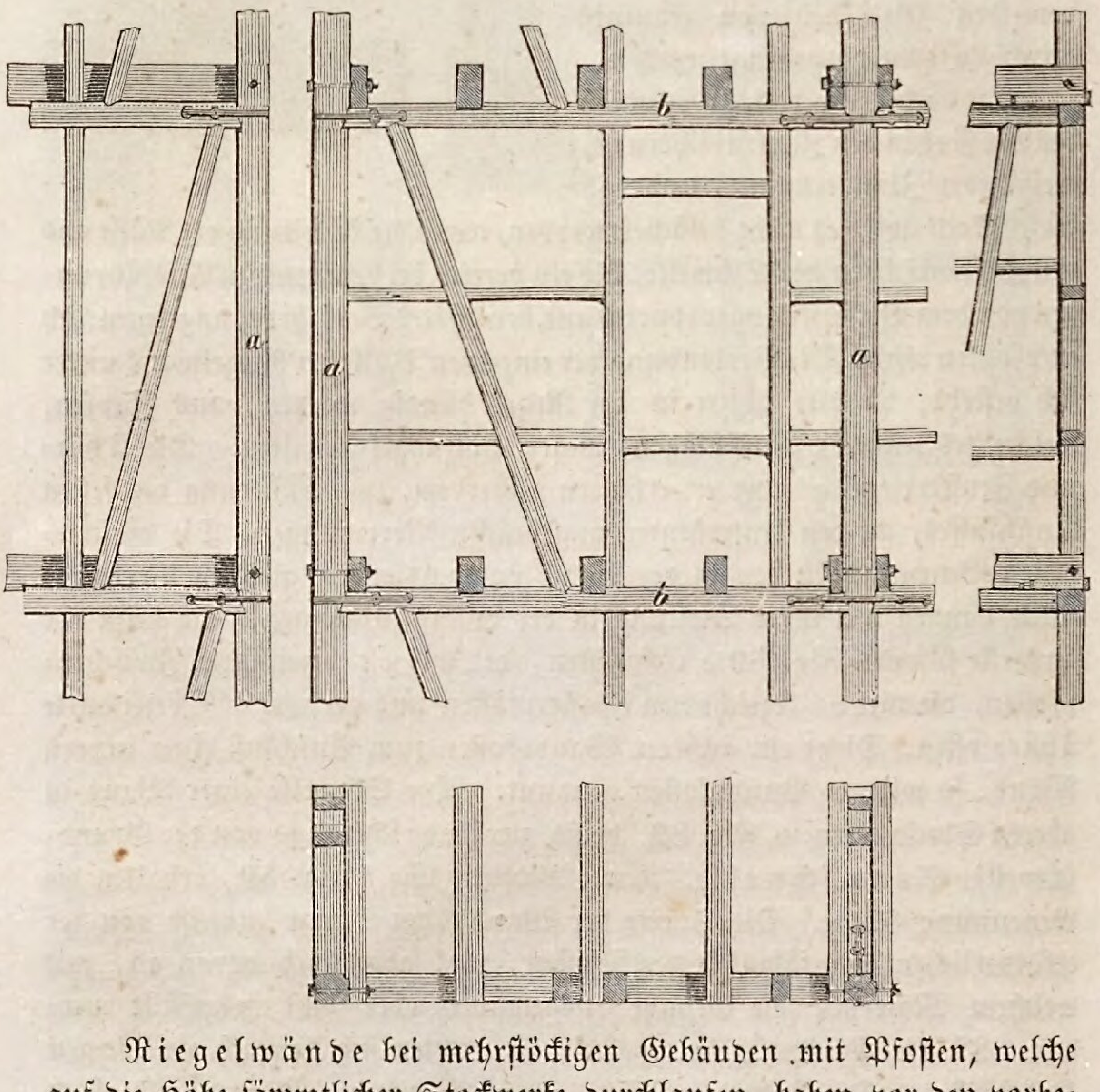


Wie nachtheilig das Ansammeln des Wassers in den Zapfenlöchern ist, weiß jeder Zimmermann, und von dieser Seite wird es nicht belächelt werden, wenn die Ableitung der Nässe aus den Zapfenlöchern der Schwelle, als ein bereits bei bedeutenden Ausführungen von dem Verfasser angeordnetes und bewährtes Verfahren, angelegentlich empfohlen wird. Die Verbindung der einzelnen Theile der Riegelwand unter sich besteht, da alle Hölzer in der Regel bündig werden, aus Zapfen, welche des leichtern Aufschlagens wegen Holznägel erhalten. Die Thür- und Fensterriegel *e'* und *e''* erhalten außerdem, zur Sicherung des festen Anschlusses, an den Unterkanten angebrachte Versetzungen. Die verschiedenen Benennungen der an der Wand vorkommenden gleichen Verbandstücke hängen mit ihrer Stellung in der Wand zusammen. So heißt der äußerste Pfosten Fig. 89 *c* Eckpfosten, der mit *c'* bezeichnete Zwischenpfosten, die mit *c''* bezeichneten Fensterpfosten und der mit *c'''* bezeichnete Thürpfosten. Dient ein äußerer Wandpfosten zum Anschluß einer innern Wand, so wird er Bundpfosten genannt. Die Schwelle einer Wand in oberen Stockwerken, *a*, Fig. 89, heißt, zur Unterscheidung von der Grundschwelle, Saumschwelle. Kurze Pfosten, wie *f* Fig. 89, erhalten die Benennung Stelze. Die Stärke der Wandhölzer hängt zumeist von der erforderlichen Tragfähigkeit der Pfosten, wol aber auch davon ab, mit welchem Materiale die Gefache ausgemauert oder sonst ausgefüllt werden. Ist die Pfostenstärke gegeben, so richten sich darnach die übrigen Holzstärken. Die Höhe der Pfette, deren Breite der Pfostenstärke gleich ist, wird durch die Entfernung der Pfosten bedingt und am zweckmäßigsten im Verhältniß der größten Tragfähigkeit angenommen, so daß die Höhe zur Breite sich verhält wie 7 zu 5.

In Bezug auf die Riegel kann die in neuerer Zeit vielfach empfohlene

Holzersparniß bei ausgemauerten Gefachen, wonach deren Höhe nur 2 Zoll betragen soll, keineswegs gebilligt werden, indem die Riegel nicht blos zur Abtheilung der Gefache, sondern hauptsächlich zur Längenverspannung dienen, und dem Ausbiegen der Pfosten und Streben zu widerstehen haben. Die Alten hielten die Verriegelung für so wichtig, daß sie den Riegeln eine Höhe gleich der Breite gaben, und nicht selten zur wirksamern Verspannung die Riegel als über die Pfosten und Streben geblattete Zangen anwendeten.

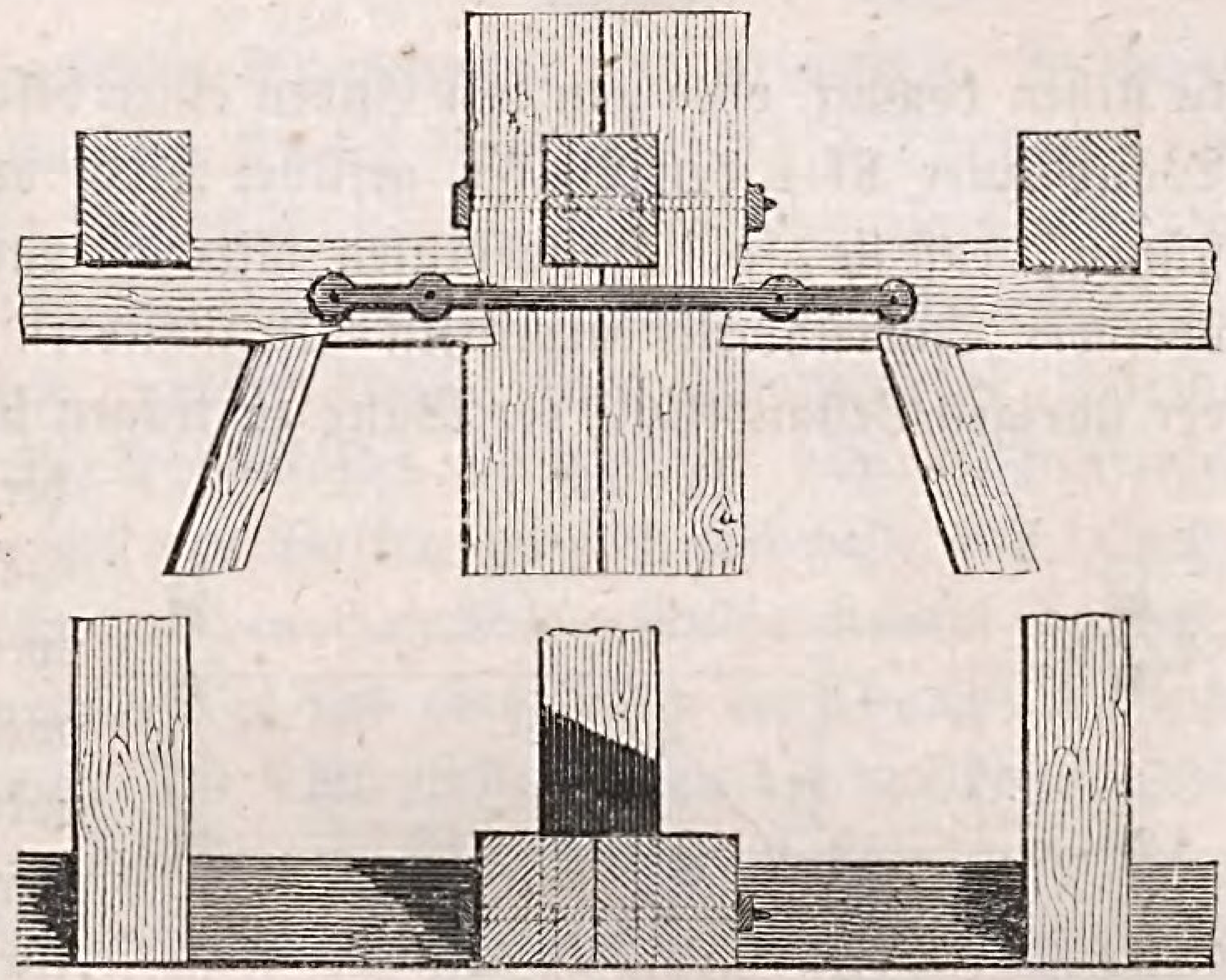
Fig. 91.



Riegelwände bei mehrstöckigen Gebäuden mit Pfosten, welche auf die Höhe sämmtlicher Stockwerke durchlaufen, haben vor den vorbeschriebenen Wänden, bei welchen jede Stockwerkswand ihre besondere Schwelle und Pfette hat, den Vorzug, daß die Senkungen, welche durch das Zusammenpressen der Pfetten und Schwellen veranlaßt werden, wegfallen. Fig. 91 stellt eine solche Riegelwand in der Ansicht, im Durchschnitt

und Grundrisse dar. In die auf die ganze Höhe des Gebäudes durchlaufenden Bundpfosten *a* werden zur Unterstüznng der Balken die Schwellen *b* mit Versatzung eingelegt, und durch übergehende Eisenbänder mit den Pfosten und unter sich verbunden. Diese Schwellen nehmen die zur Verriegelung und zur Unterstützung der Balken erforderlichen Pfosten und Streben auf, so daß sie Pfette und Schwelle zugleich sind und, wegen der daran vorkommenden doppelten Verzapfung, eine größere Höhe bekommen. Um die Bundpfosten in senkrechter Stellung zu erhalten, werden sie durch Schrauben mit dem Gebälke und durch Eisenbänder mit den Pfetten der inneren Wände verbunden. Es ist einleuchtend, daß die durchlaufenden Bundpfosten eine Stärke haben müssen, welche ihrer Gesammtlänge und der zu tragenden Last entspricht, während die Zwischenpfosten, Streben und Riegel von geringerer Stärke sein können, entsprechend der Riegelwand für eine Stockwerkshöhe. Statt der einfachen Bundpfosten können bei mehrstöckigen Gebäuden von bedeutender Höhe doppelte Pfosten, welche in wechselnden Stößen auf einander gesetzt werden, Anwendung finden. Bei den Doppelpfosten, nach der Länge der Wand an einander gestellt, nach Fig. 92, werden die Schwellen, wie bei den einfachen Pfosten, in einzelnen Stücken, zwischen die Pfosten mit Versetzung eingelegt, so daß zur Längenverbindung Eisenbänder darüber gelegt werden müssen; der Bundbalken aber geht in ganzer Stärke durch den Doppelpfosten und wird mit diesem verschraubt, so daß der Querverband ein sehr zuverlässiger ist.

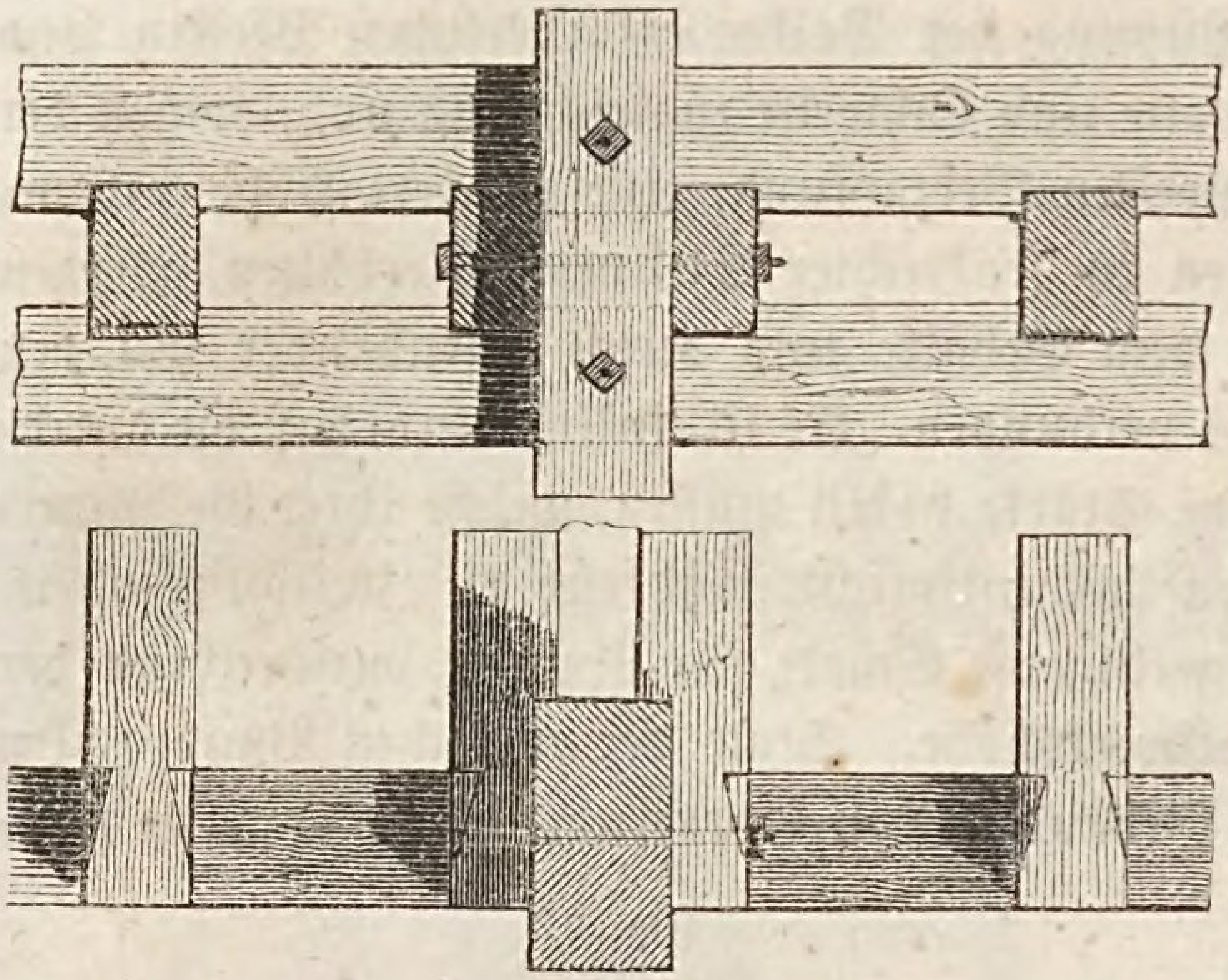
Fig. 92.



Werden die Doppelpfosten nach Fig. 93 nach der Stärke der Wand an einander gestellt, wobei sie auf beiden Seiten vor die Riegelwand vortreten, so gehen die Schwellen und Pfetten in ganzer Stärke durch die Pfosten, und stellen, mit den Pfosten verschraubt, eine zuverlässige Längenverbindung her. Doch stellt sich bei dieser Stellung der Doppelpfosten die Nothwendigkeit heraus, zur Herstellung des Querverbandes bei jedem Bundpfosten zwei Balken anzubringen, welche eine geringere Breite als

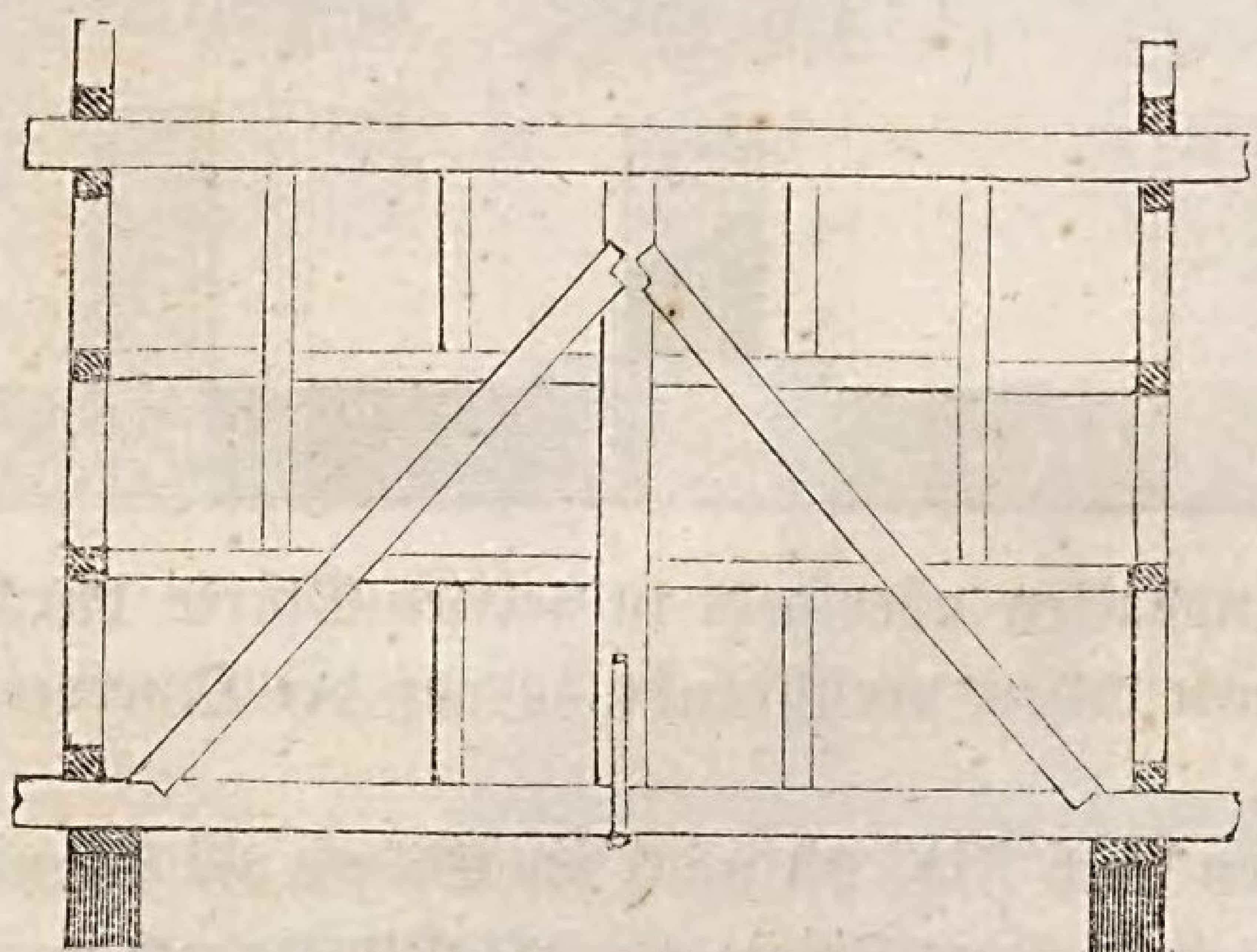
die übrigen Balken haben können, um diese Balken mit den Pfosten zu verschrauben. Die Stellung der Doppelpfosten nach Fig. 93 ist besonders zu großen Scheunen und Magazinen zu empfehlen.

Fig. 93.



Die Sprengwand unterscheidet sich von der in ihrer ganzen Länge als unterstützt angenommenen Fachwand dadurch, daß sie auf einen ununterstützten Balken zu stehen kommt. Hiernach besteht die Aufgabe bei der Construction der Sprengwände darin, die Pfosten der Wand von den unterstützten Enden des Balkens, worauf sie zu stehen kommt, oder von den Enden einer besondern Schwelle, wenn die Wand quer über den Balken geführt wird, durch Streben so zu unterstützen, daß sie, als Hängesäulen mit dem darunter befindlichen Balken oder der Querschwelle vermittelst Eisenbändern verbunden, die Belastung der übrigen Bestandtheile der Wand zu tragen im Stande sind. Es hängt

Fig. 94.

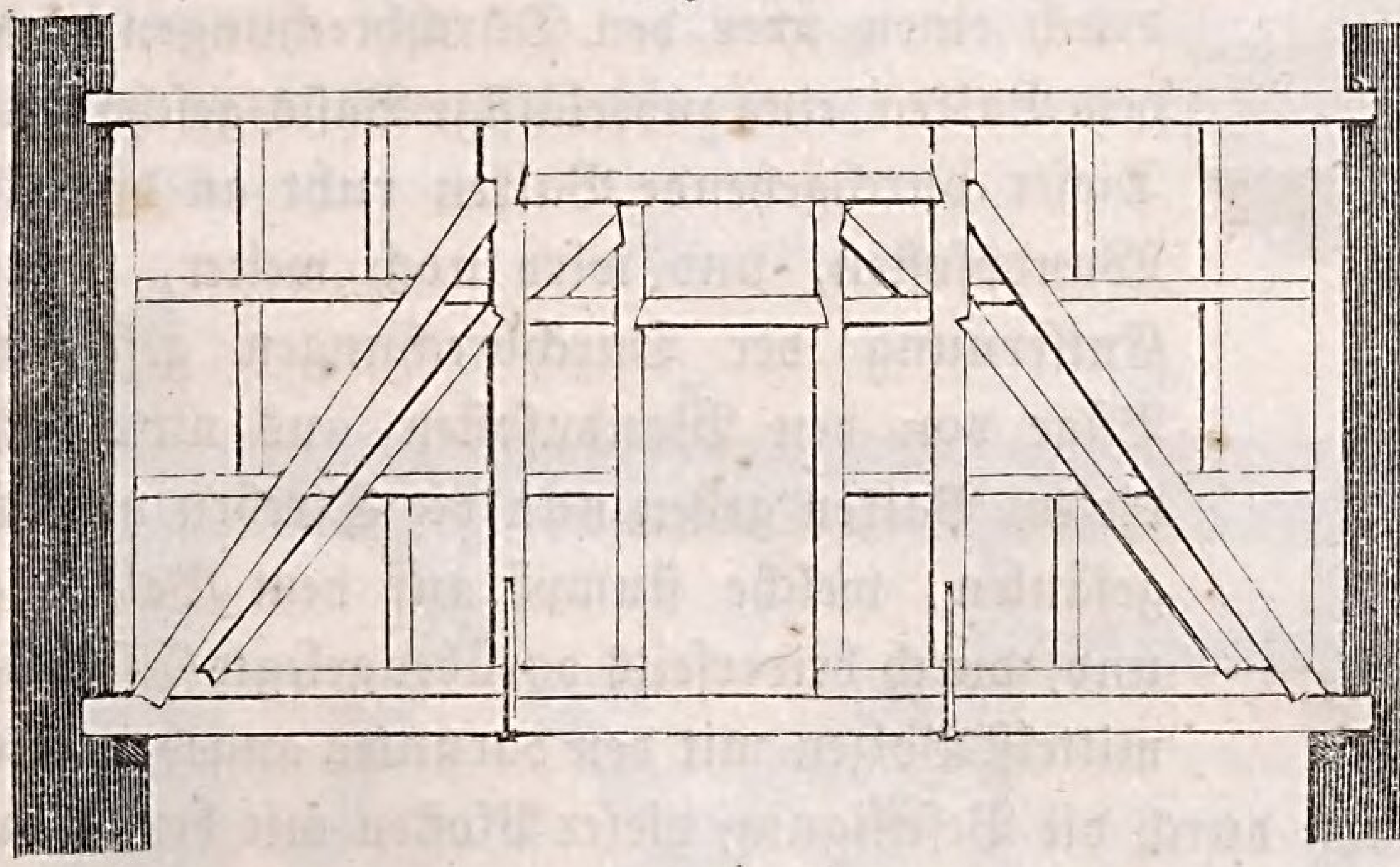


hiernach die Anzahl der Hängesäulen von der Spannweite der Balken ab, über welche die Wand geführt wird, und die Anordnung der Streben richtet sich einestheils nach den vorkommenden Durchbrechungen der Wand, und anderntheils darnach, ob die Streben auf die Balkenenden gesetzt werden können, oder von besonderen Wandpfosten ausgehen müssen.

Die einfachste Sprengwand ist in Fig. 94 dargestellt, wo nämlich, bei geringer Spannweite des Balkens, ein einmaliges Aufhängen desselben genügt, und die Streben von den Enden des Balkens ausgehen können. Bei dieser einfachen Sprengwand ohne Durchbrechung ergeben sich

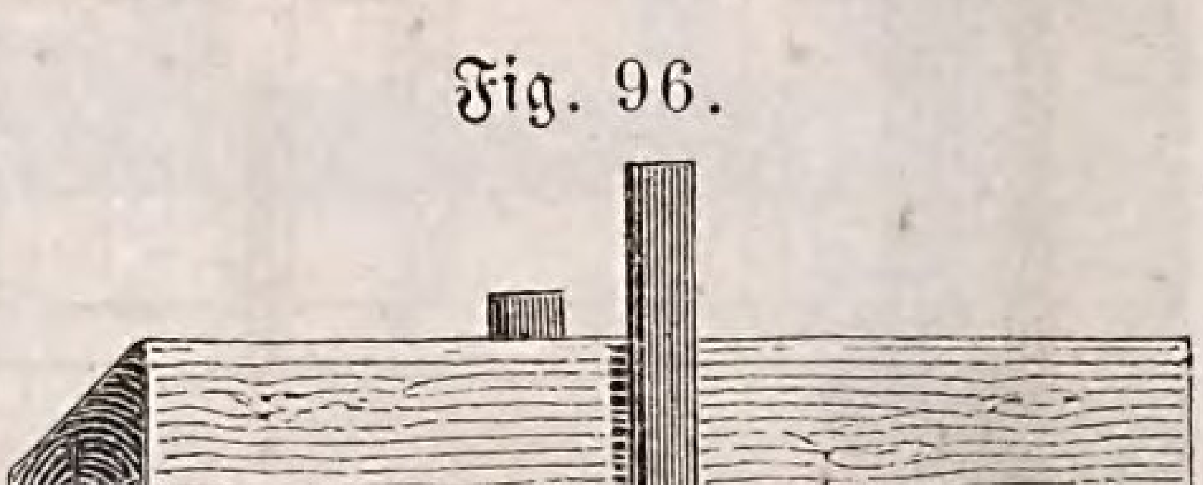
die Verbindungen der Streben, welche möglichst steil angesetzt werden, nach dem im vierten Abschnitt darüber Angeführten, und es ist nur zu bemerken, daß die zur Abtheilung der Gefache dienenden Riegel und Pfosten hier, wie bei allen Sprengwänden, mit den Streben nicht verzapft, sondern stumpf angesetzt und aufgenagelt werden.

Fig. 95.



In Fig. 95 ist bei größerer Spannweite ein zweimaliges Aufhängen und eine Durchbrechung der Wand durch eine Thüröffnung in der Mitte angenommen. Zur Unterstützung der beiden Hängesäulen gehen hier die Streben von den Balkenenden aus, und sitzen zunächst dem obern Ende an den Hängesäulen, welche durch einen Spannriegel auseinandergehalten werden. Die Thürpfosten sitzen unter dem Spannriegel an, und werden von einer auf den Balken gelegten Schwelle aus, gleichfalls durch Streben, welche an den Haupthängesäulen stumpf ansitzen, und über diese hinaus verlängert in das obere Ende der Thürpfosten eingreifen, ebenfalls aufgehängt. Die Thürpfosten gehen bis auf den Hauptbalken herab, und sitzen mit versetztem Zapfen auf der über den Balken gelegten Schwelle. Die Eisenbänder umschließen den Hauptbalken, und werden am besten unter dem Balken, nach Fig. 96 in Schrauben ausgehend, durch eine quer unter den Balken gelegte Eisenplatte verbunden, vor welcher die Schraubenmuttern sitzen. Bei derartigen Hängeeisen fallen die nachtheiligen Verkröpfungen weg, und es kann der Balken im Verhältniß der, durch das Zusammenpressen der Hirn- und Längehölzer unvermeidlichen Senkungen, in die Höhe geschraubt werden. Bei bedeutender Belastung der Wand kann durch eine Verstärkung der

Fig. 96.



Hängesäule von dem Ansatz der Strebe aufwärts, nach Fig. 97, das sonst übliche Anbringen eiserner Zugbänder umgangen werden.

In Fig. 98 ist eine Sprengwand dargestellt, bei welcher die Streben, wegen der zunächst den Balkenenden vorkommenden Durchbrechungen, nicht von dem Hauptbalken aus angesetzt werden können. In diesem Falle muß für das Hängewerk durch einen über den Durchbrechungen durchlaufenden Balken eine zuverlässige Basis geschaffen werden. Dieser durchgehende Balken ruht an den Enden auf Wandpfosten, und wird noch weiter, so wie es die Entfernung der Durchbrechungen gestattet, durch Büge von den Wandpfosten aus unterstützt. Von diesem Balken gehen nun die Streben nach den Hängesäulen, welche stumpf auf dem Balken aufsitzen, und, durch beiderseits darüber gelegte Eisenbänder vermittelst Bolzen mit den darunter angebrachten Pfosten verbunden, erst durch die Befestigung dieser Pfosten mit dem Hauptbalken unter der Wand zur Unterstützung des Hauptbalkens verwendet werden.

Fig. 97.

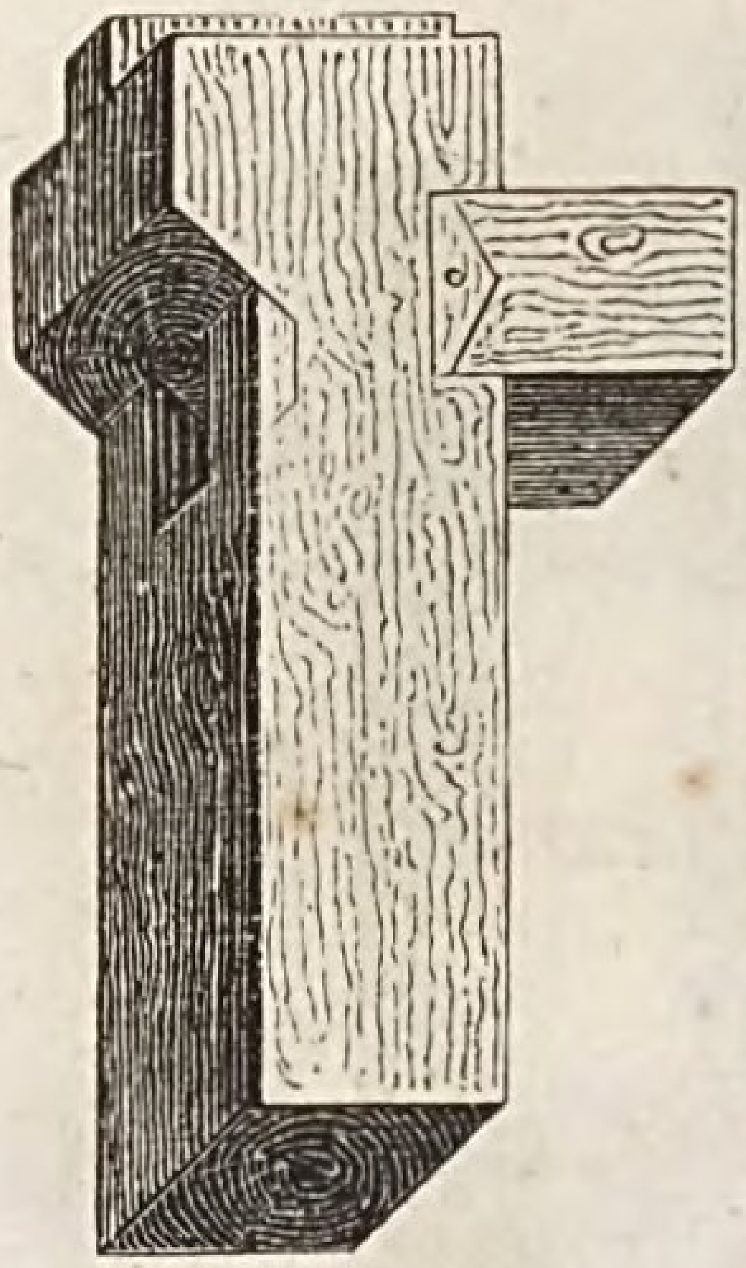
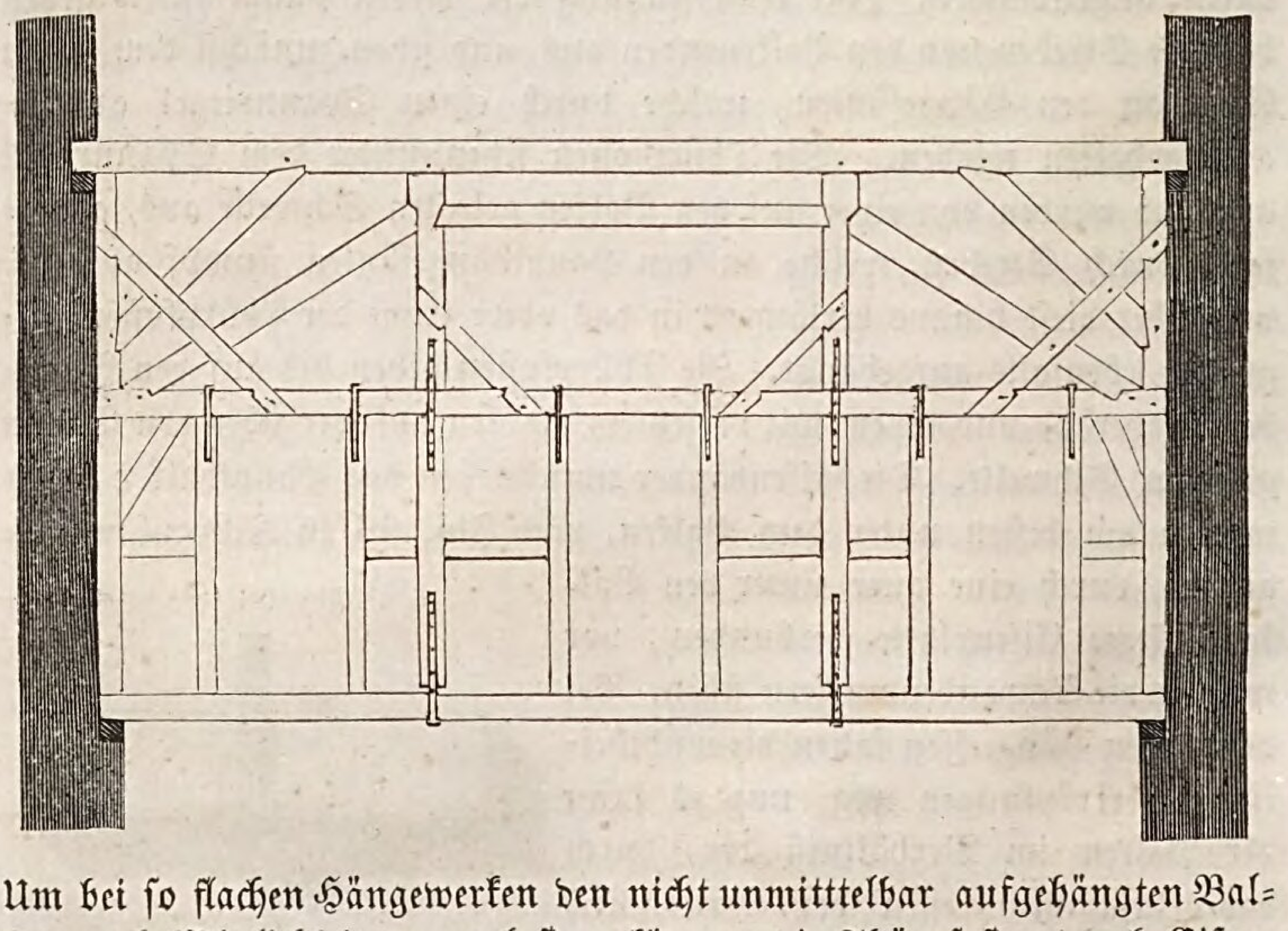


Fig. 98.



Um bei so flachen Hängewerken den nicht unmittelbar aufgehängten Balken nach Möglichkeit zu entlasten, können die Thürpfosten durch Eisenbänder mit der obern Schwelle verbunden und die auf diese Art belaste=

ten Punkte dieser Schwelle hinwieder durch angeblattete Zugbänder von der Pfette, den Wandpfosten und Hängesäulen aus aufgehängt werden. Sitzen abzusprengende Wände in zwei Stockwerken über einander, und kann die Construction für beide Wände gemeinschaftlich durch das Gebälk fortgeführt werden, so bietet dies für die Tragfähigkeit der Wände dadurch großen Vortheil, daß die Streben unter steilen Winkeln angesetzt werden können, und die Schwierigkeit in Beseitigung der Uebelstände, welche durch Wanddurchbrechungen veranlaßt werden, wird um Vieles gemindert.

Fig. 99.

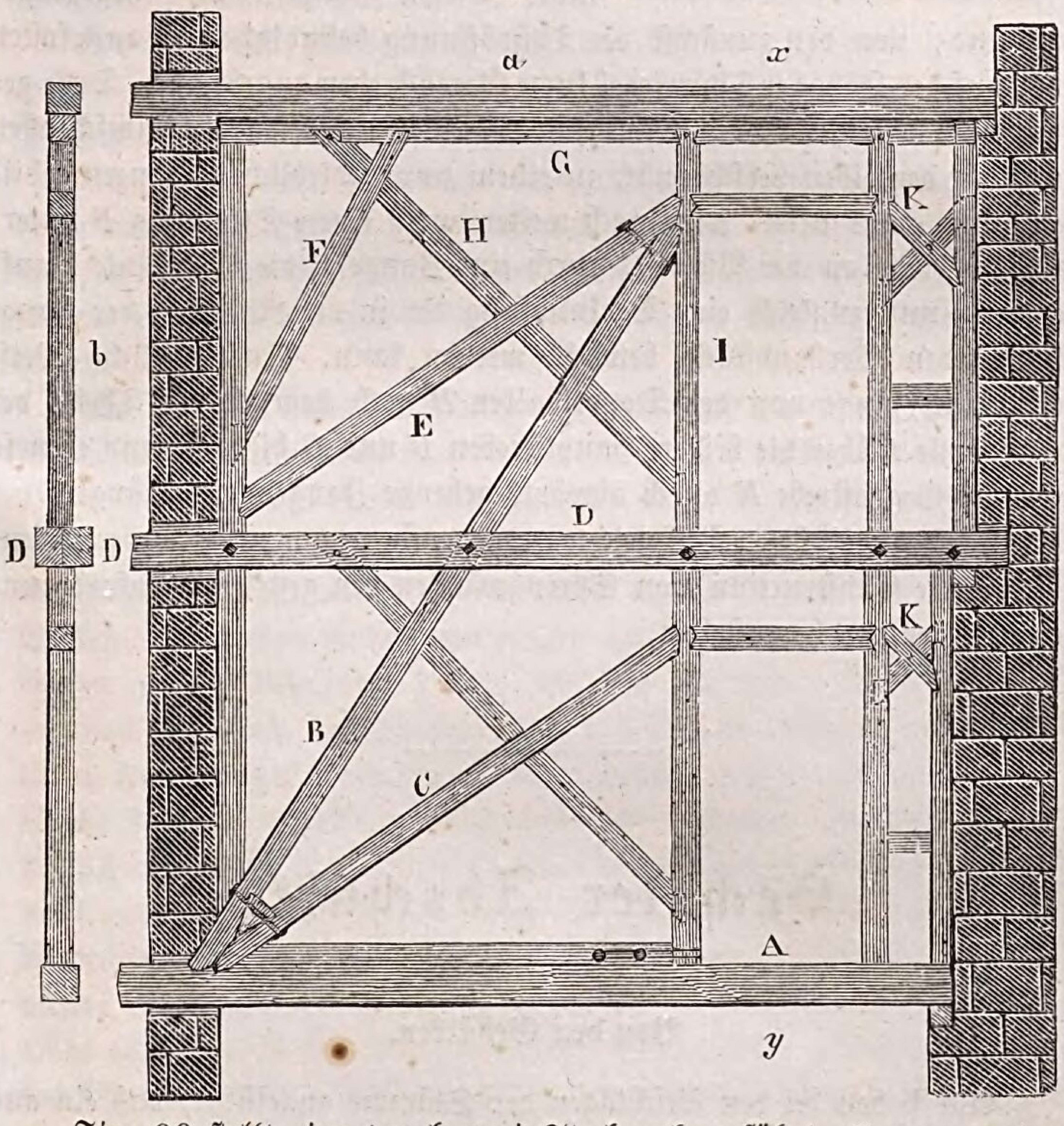
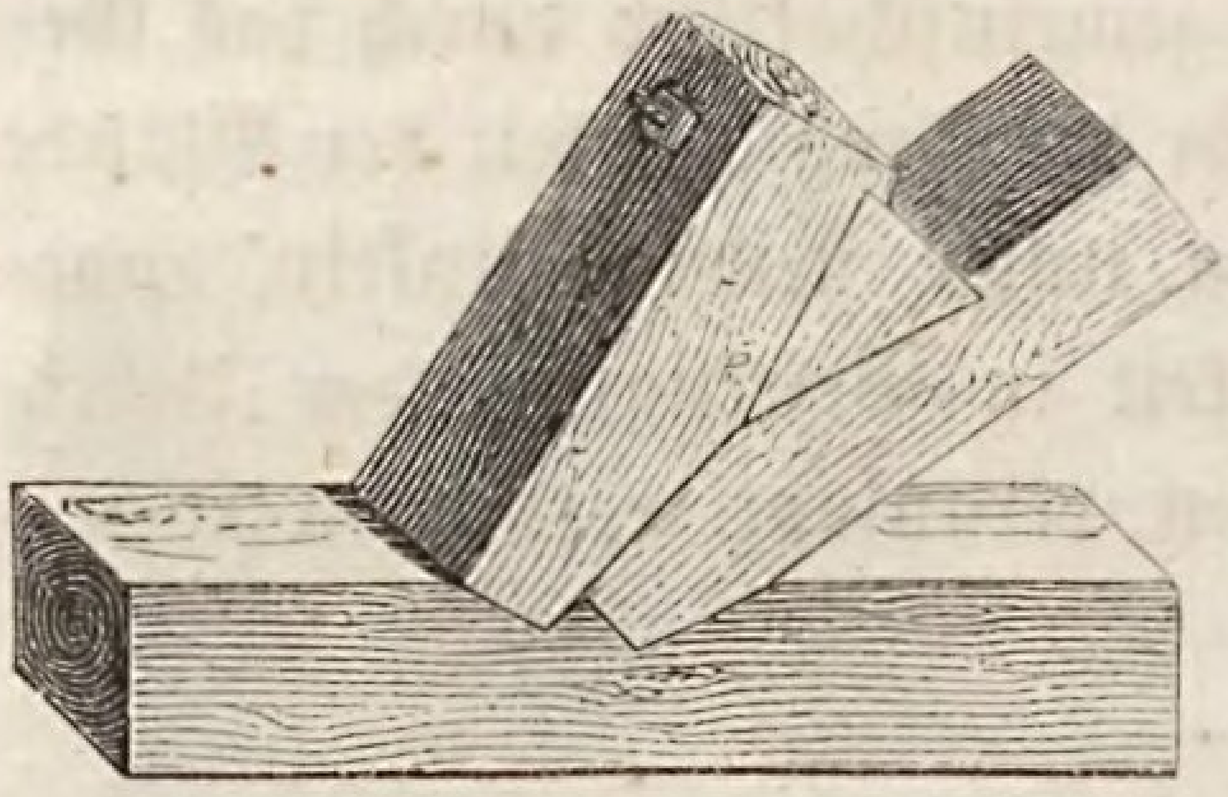


Fig. 99 stellt eine durch zwei Stockwerke geführte Sprengwand, *a* in der Ansicht und *b* im Durchschnitt nach der punktirten Linie *x y* dar, bei welcher die Thüröffnung auf der Seite liegt. Von dem unterstützten Ende des abzusprengenden untersten Balkens *A* wird eine Hauptstrebe *B* nach dem Thürriegel der Wand im zweiten Stock geführt, und von der=

selben Stelle aus eine zweite Hauptstrebe *C*, welche mit der erstern nach Fig. **100** durch einen Keilzwischensatz und durchgehende Schraube zu einem Ganzen verbunden ist, nach dem Thürriegel der untern Wand. Im obern Stock ist von den Wandpfosten aus eine weitere Strebe *E* nach dem Thürriegel angesetzt und an dem Ansatze mit der von dem untern Balken ausgehenden Hauptstrebe *B* durch eine Schraube vereinigt. Diesen Hauptstreben entgegengesetzt sind, von den zunächst der Thüröffnung befindlichen Wandpfosten aus, auf der Höhe der Thürriegel kurze Gegenstreben angebracht. Diese genannten Theile der Sprengwand sind durch zwei Balken *D D* umschlossen und, mit denselben verschraubt, zu einem unverschieblichen Ganzen gebildet. Die obere Pfette wird noch weiter durch einen Strebebug *F* unterstützt, so daß an der Pfette *G* durch eine Zange *H* die Thürsäule *I* aufgehängt, und zugleich eine Verknüpfung der in der Richtung der Zange *H* liegenden Verbandstücke bewirkt werden kann. Auf ähnliche Weise greift eine Zange von den Doppelbalken *D* nach dem untern Theile der Hängesäule *I* über die beiden Hauptstreben *B* und *C* hinweg, und eben so wird die Gegenstrebe *K* durch abwärts gehende Zangen aufgehängt.

Fig. 100.



Diese angeführten Beispiele werden genügen, um unter anderen Umständen die Construction von Sprengwänden den gestellten Anforderungen entsprechend herzustellen.

Sechster Abschnitt.

Von den Gebälken.

Wir haben bei den Beschlägen der Stämme angeführt, daß ein aus dem Runden gezimmerter Balken die größte Tragfähigkeit hat, wenn dessen Breite sich zur Höhe verhält, wie 5 zu 7. Nun verhält sich aber auch die Tragfähigkeit zweier gleich langer Balken zu einander wie das Product der Breite mit dem Quadrat der Höhe, und es wird darnach ein auf die Hochkante gestellter Balken von geringerer Breite, aber größerer Höhe,

bei gleich großer Querschnittfläche, eine größere Tragfähigkeit haben, als ein Balken von größerer Breite, aber geringerer Höhe. Nehmen wir einen Balken von 10 Zoll Breite und 14 Zoll Höhe, dessen Querschnittfläche = 140 Quadratzoll ist, und einen zweiten Balken von gleich großem Querschnitt, dessen Breite nur 7 Zoll, die Höhe aber 20 Zoll beträgt, so wird sich die Tragfähigkeit beider Balken gegen einander verhalten wie $10 \times 14 \times 14 = 1960$ zu $7 \times 20 \times 20 = 2800$, oder mit anderen Worten: der auf die Hochkante gestellte Balken trägt die Hälfte der Last mehr, als der im günstigsten Verhältniß der Tragfähigkeit aus dem runden Stamme gezimmerte Balken.

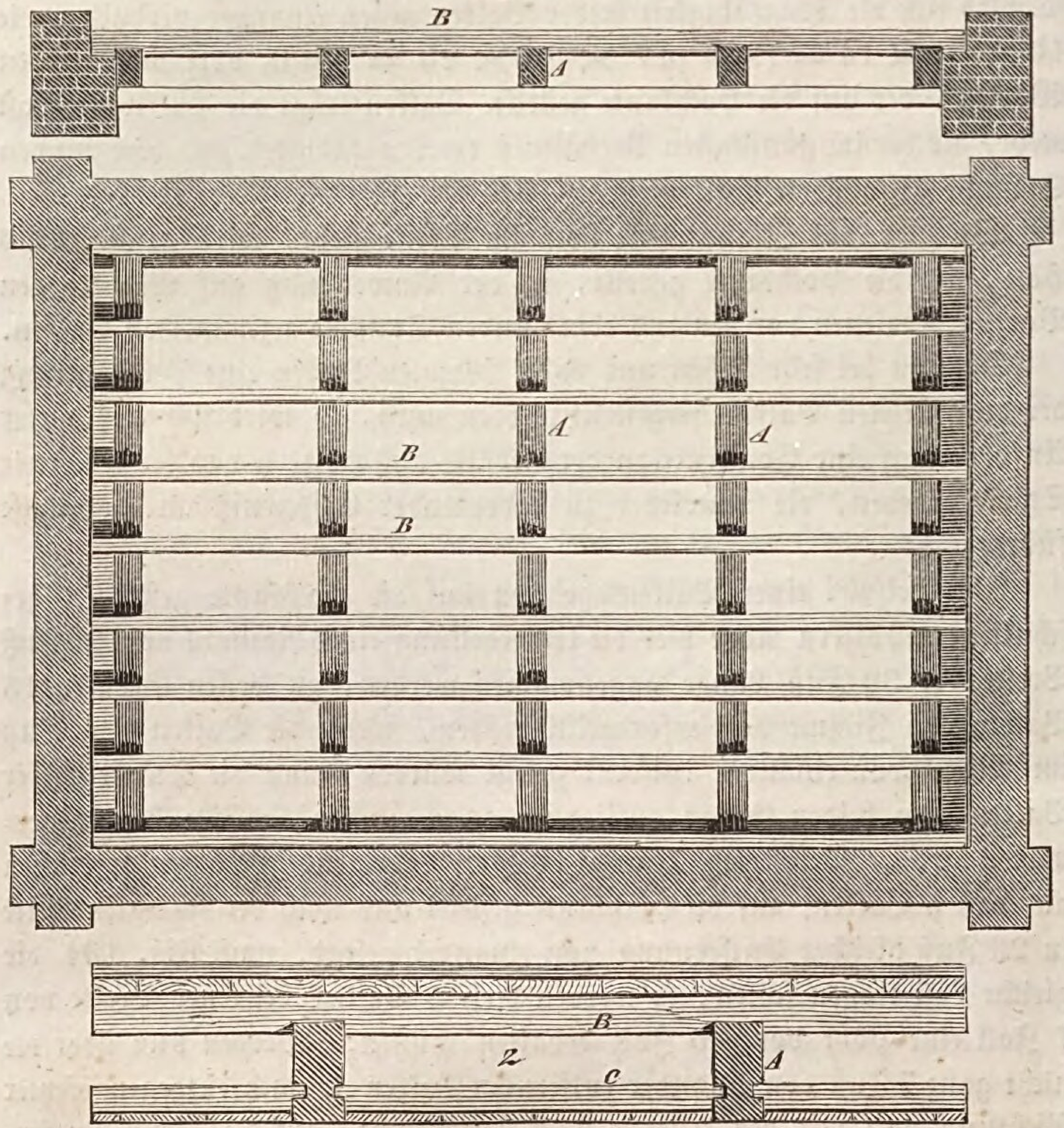
Wo also das Zimmerholz hoch im Preise steht, wird geschnittenes Holz, auf die Hochkante gestellt, in der Anwendung auf Gebälke den Vorzug verdienen vor den aus dem runden Stamme gezimmerten Balken.

Da nun bei sehr hohen und dabei schmalen Balken eine Verspannung der aufgestellten Balken hergestellt werden muß, so wird sich aus dieser Anforderung eine Construction der Gebälke aus Hölzern von verschiedener Stärke ergeben, die hinwieder zu bedeutender Ersparniß an Holzmasse führt.

Als Beispiel einer Balkenlage von auf die Hochkante gestellten geschnittenen Hölzern möge hier die Ueberdeckung eines Raumes von 20 Fuß Breite bei 30 Fuß Länge angenommen werden, zu dessen Gebälke 13 Balken von Zimmerholz erforderlich wären, wenn die Balken $2\frac{1}{2}$ Fuß im Mittel von einander entfernt gelegt würden, und die Stärke dieser Balken, an beiden Enden aufliegend angenommen, müßte bei einigermaßen großer Belastung 7 und 10 Zoll betragen. Nehmen wir nun an, daß 5 Balken, auf die Hochkante gestellt und nach der schmalen Seite in 20 Fuß gleicher Entfernung von einander gelegt, nach Fig. 101 die gleiche Last tragen sollen, so werden diese 5 Balken bei einer Breite von 7 Zoll eine Höhe von 16 Zoll erhalten müssen. Werden nun über die nicht ganz 7 Fuß von einander entfernten Balken *A*, nach entgegengesetzter Richtung und mit den ersteren stark überkämmt, auf $2\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung, auf die Hochkante gestellte Bohlen *B* von 2 Zoll Breite und 5 Zoll Höhe gestreckt, so sind dazu 9 Bohlen erforderlich. Vergleichen wir den kubischen Inhalt der Balkenlage von gleich starkem sieben- und zehnzölligem Zimmerholz mit dem der Balkenlage von auf die Hochkante gestellten geschnittenen Hölzern verschiedener Stärke in dem angeführten Falle, so werden wir finden, daß die Balkenlage mit Zimmerholz mehr als das Doppelte an Holzmasse enthält. Wird nach Fig. 101. – 2 die Verschalung der Decke auf eingezapfte Rähmlinge *C* genagelt und unter dem Fußboden

ein Blindboden gelegt, so fällt die bei anderen Gebälken unumgängliche Ausfüllung der Balkengefache weg, und es können dann, bei viel geringerer Belastung des Gebälkes, die Hauptträger in viel geringeren Dimensionen, wie in obigem Beispiel angeführt, angewendet werden.

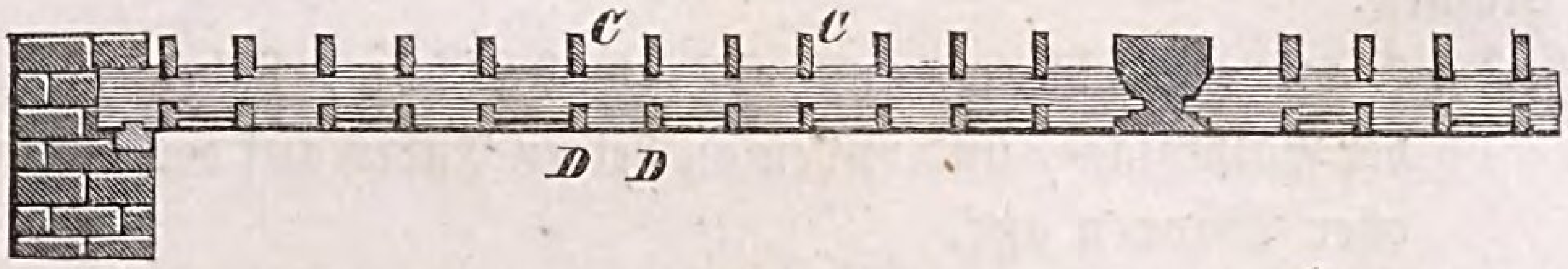
Fig. 101.



Die in England üblichen Balkenlagen aus Hölzern verschiedener Stärke sind nach Fig. 102 darin von der in Fig. 101 dargestellten Balkenlage verschieden, daß in starke, quer über den zu überdeckenden Raum gelegte Träme *A* schwächere Längebalken *B* mit Versatzung eingezapft, und über diesen nun erst, in gleicher Richtung mit den Trämen, noch schwächere Balken *C* in so geringer Entfernung von einander gelegt werden, daß darauf und auf die Trämen selbst, welche die Höhe der beiden Balkenlagen zusammen haben, der Fußboden befestigt werden kann. Zum

Befestigen der Deckenschalung werden in die unteren Längebalken Querriegel *D* mit eingeschleiften Zapfen, in gleicher Entfernung wie die darüber liegenden oberen Querbalken, eingesetzt. Daß bei dieser Anordnung die Sicherheit des Gebälkes allein von den Hauptträmen *A* und der in

Fig 102.



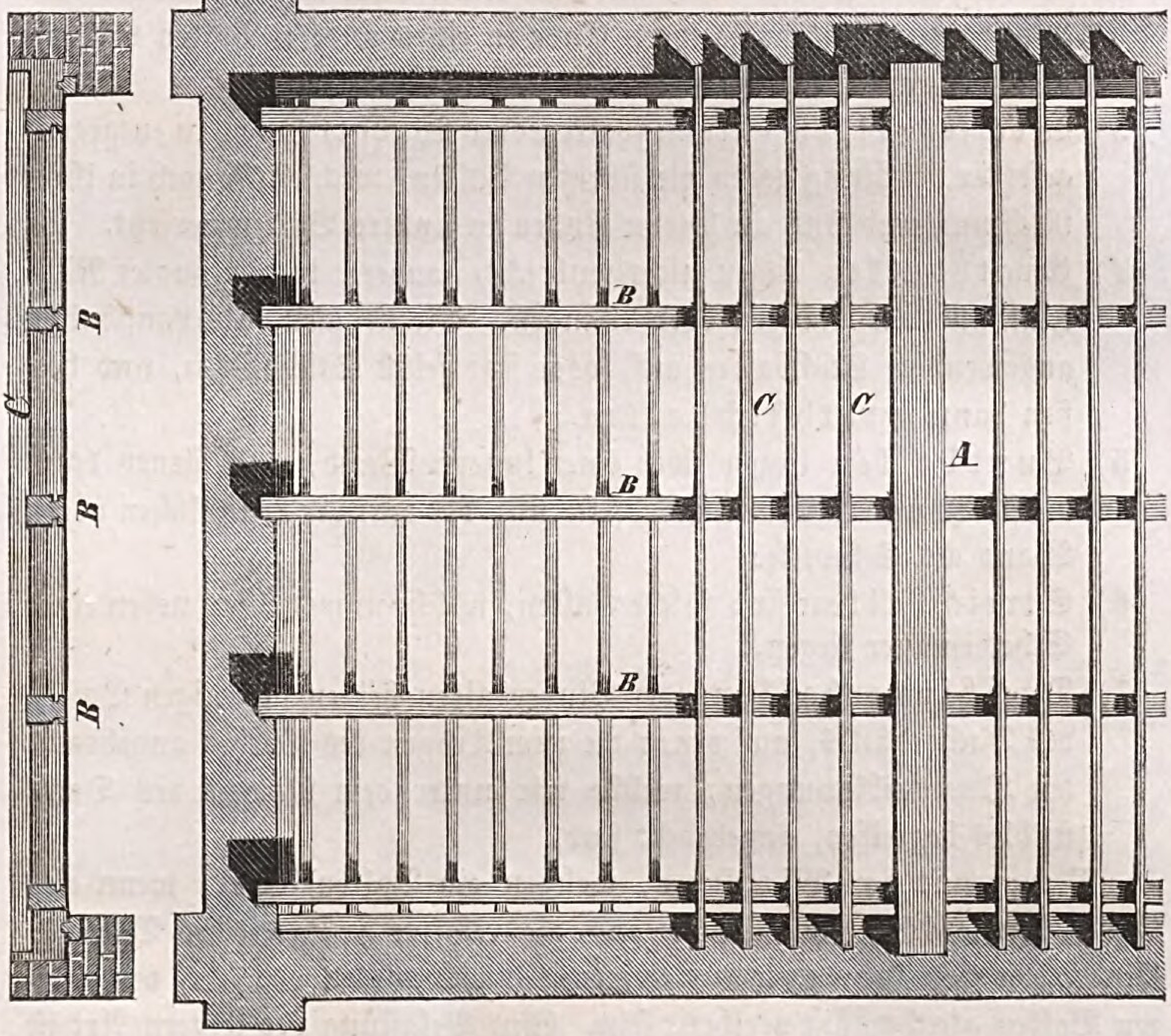


Fig. **103** dargestellten geringen Verbindung des Längebalkens *B* mit dem Trämen *A* abhängt, möchte nicht zu ihrer Empfehlung gereichen.

Gebälke von gleich starken Balken sind die in Deutschland allgemein üblichen. Bei mehrstöckigen Gebäuden werden Zwischengebälke diejenigen Balkenlagen genannt, welche zwischen den einzelnen Stockwerken liegen und so zur Bildung der Decke des untern und des Fußbodens des obern Stockwerkes dienen. Dachgebälke sind die, die Decke

des letzten Stockwerkes bildenden Gebälke, worauf das Dachwerk gesetzt ist, und unter Kehlgebälken verstehen wir die im Dachwerke selbst vorkommenden Balkenlagen.

Die einzelnen Balken haben je nach der Stelle, welche sie einnehmen, und nach dem Zwecke, dem sie zu entsprechen bestimmt sind, besondere Namen.

1) Ganze Balken, auch Hauptbalken, haben die ganze Länge der Balkenlage, und ruhen an beiden Enden auf den Umfangsmauern oder Wänden auf.

2) Stichbalken ruhen nur mit dem einen Ende auf der Mauer oder Wand, und sind am andern Ende in einen andern Balken verzapft oder versetzt.

3) Wechselbalken (Trumpfbalken oder Wechsel) liegen in entgegengesetzter Richtung gegen die übrigen Balken, wechseln sonach in ihrer Richtung und sind an beiden Enden in andere Balken versetzt.

4) Grathbalken liegen nicht senkrecht, sondern in diagonaler Richtung auf den Mauern oder Wänden. Sie nehmen, als Langbalken angewendet, Stichbalken auf, oder sind selbst Stichbalken, und heißen dann Grathstichbalken.

5) Bundbalken liegen über einer innern Wand, und dienen dann meist der untern Wand als Pfette und der darüber befindlichen obern Wand als Schwelle.

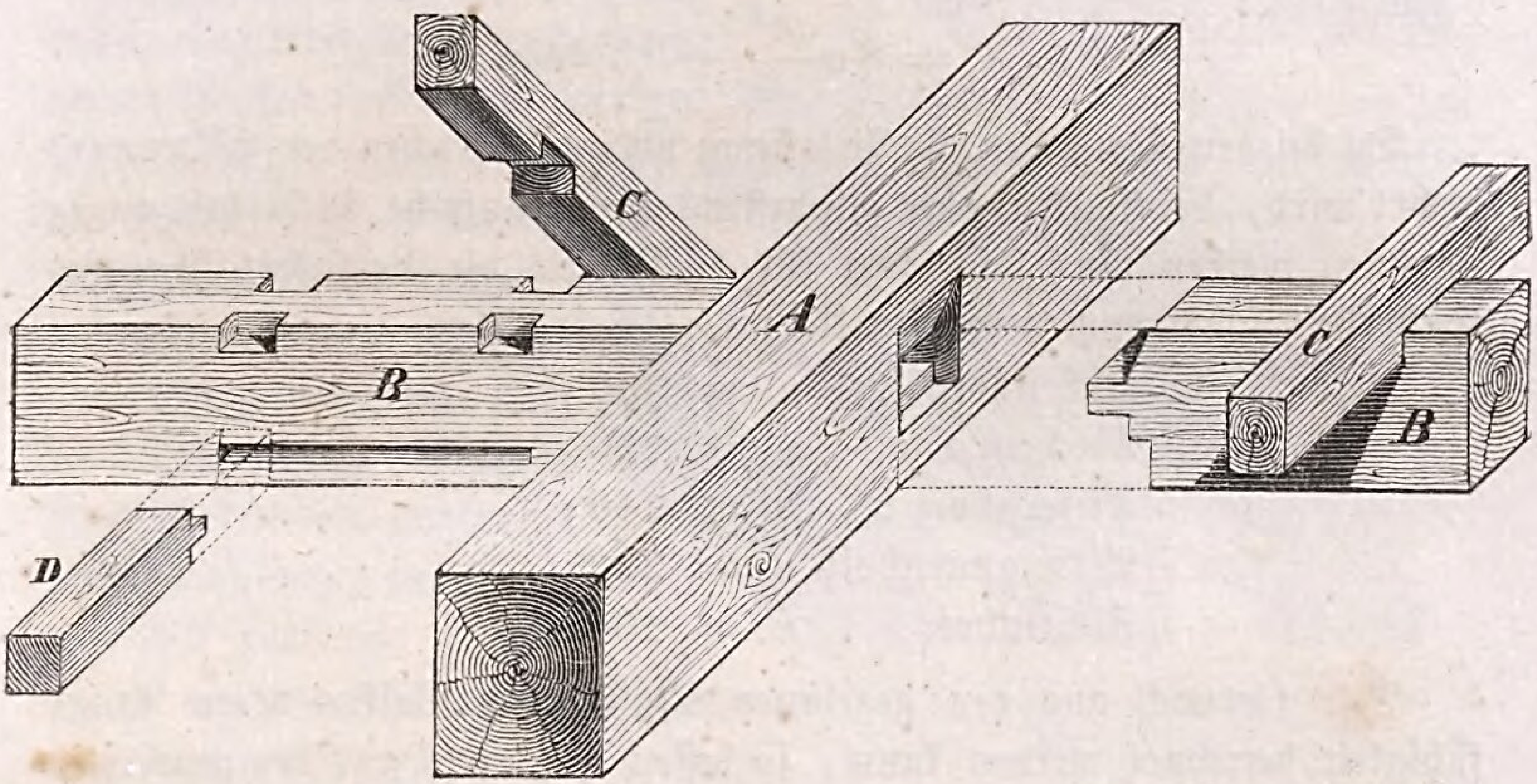
6) Streichbalken sind solche Balken, welche unmittelbar neben einer Scheidemauer liegen.

7) Dachbinderbalken oder Binderbalken heißen diejenigen Balken des Dachgebälkes, auf denen die zum Tragen des Daches angebrachten Querverbindungen, welche wir unter dem Namen des Dachstuhles begreifen, angebracht sind.

Man nennt den Widerstand, welchen ein Balken leistet, wenn eine Last darauf wirkt, ihn einzubiegen, die relative Festigkeit des Balkens. Eine solche Last kann nun auf einzelne Punkte wirken oder auf den ganzen Balken gleichmäßig vertheilt sein. Eine Belastung der letztern Art ist bei den durch Fußböden mit einander verbundenen Balken anzunehmen, und man rechnet dazu auch das eigene Gewicht des Balkens selbst, welches immerhin bei der Tragfähigkeit der Balken in Anschlag zu bringen, sonach in der Wahl der zu Balken zu verwendenden Hölzer maßgebend ist. Die Tragfähigkeit der Balken ist nun verschieden, je nach der Art der Befestigung der Balkenenden, und es möchten darnach vier Fälle zu unterscheiden sein:

1) Der Balken kann an einem Ende fest eingespannt sein, und die Last wirkt an dem andern freien ununterstützten Ende;
2) der Balken liegt mit beiden Enden frei auf, und die Last wirkt an einem Punkte zwischen den unterstützten Enden;
3) der Balken ist an einem Ende fest eingespannt und liegt am andern Ende frei auf, und die Last wirkt wie bei 2;
4) der Balken ist an beiden Enden fest eingespannt, und die Last wirkt wie bei 2 und 3.

Fig. 103.



Die relative Festigkeit eines vierkantigen Balkens verhält sich, wie das Product der Breite multiplicirt mit dem Quadrat der Höhe, dividirt durch die Länge desselben, wenn bei der Abmessung dasselbe Maß, der Zoll, genommen wird. Bezeichnen wir die Breite mit b, die Höhe mit h und die Länge mit l, so wäre der Ausdruck für die relative Festigkeit in der einfachen Formel $\frac{bh^2}{l}$ gegeben. Ist nun die relative Festigkeit eines Balkens von bekannten Dimensionen durch Versuche bekannt, so darf man annehmen, daß die Festigkeit anderer Balken aus derselben Holzart sich zu der gegebenen verhalte, wie dies in der obigen Formel angegeben ist. Sind die Versuche an Hölzern von 1 Quadratzoll Querschnitt unter den in 1 angegebenen Bedingungen angestellt, so wird die Berechnung der Tragfähigkeit anderer Balken dadurch einfach hergestellt, wenn man mit der Zahl, die das Gewicht in Pfunden ausdrückt, welches das Holz beim Versuche zu tragen im Stande war und mit n bezeichnet werden soll, mit der angegebenen Formel multiplicirt und dann die Hälfte

des Gewichtes von dem Balken, dessen Tragfähigkeit gesucht wird, in Abzug bringt. Bezeichnen wir die Belastung eines Balkens mit P, das Gewicht desselben mit q und nehmen an, daß in den Fällen 2, 3 und 4 die Last P auf die Mitte des Balkens wirkt, so ergeben sich für die Berechnung folgende vier Formeln:

$$\text{ad 1.}\quad P = n\frac{bh^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,bhlq;$$

$$\text{ad 2.}\quad P = 4n\frac{bh^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,bhlq;$$

$$\text{ad 3.}\quad P = 6n\frac{bh^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,bhlq;$$

$$\text{ad 4.}\quad P = 8n\frac{bh^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,bhlq.$$

Da bei den Versuchen die Belastung bis zum Brechen der Hölzer vermehrt wird, bei Balken aber mindestens eine zehnfache Sicherheit angenommen werden muß, so kann für die Praxis die Versuchszahl n mit Sicherheit angenommen werden für:

Eichenholz	$n = 330$;
Lärchenholz	$n = 250$;
Kiefernholz	$n = 240$;
Weißtannenholz	$n = 220$;
Fichtenholz	$n = 180$.

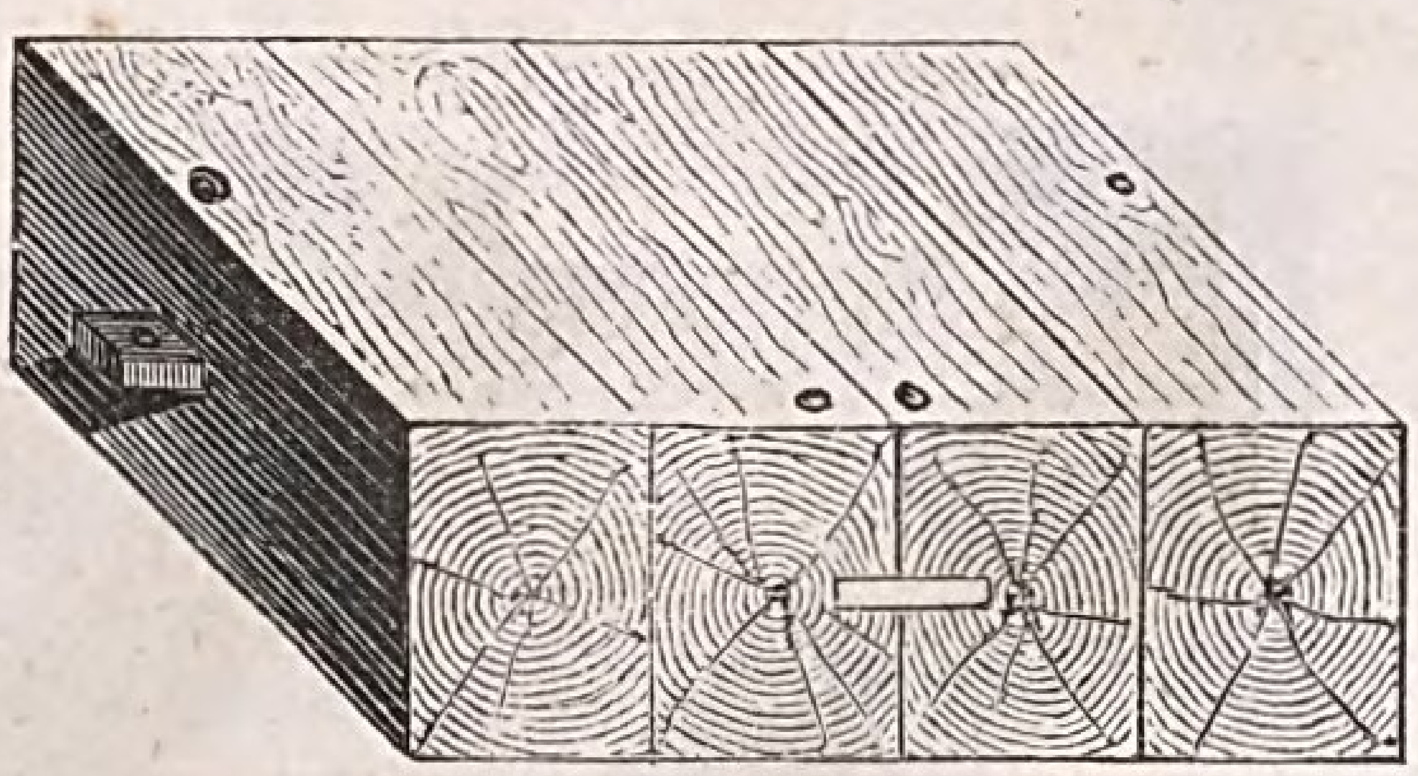
Wie hiernach aus den gegebenen Maßen der Balken deren Tragfähigkeit berechnet werden kann, so lassen sich auch aus der gegebenen Belastung die Balkenstärken bestimmen.

Welche Belastung bei einem Gebälke dem einzelnen Balken zukommt, hängt von der Vertheilung der Last ab, und daraus ergiebt sich die nöthige Entfernung der Balken von einander. Diese Entfernung wird aber auch noch dadurch auf gewisse Grenzen eingeschränkt, daß die Balken zur Befestigung der Fußböden und Deckenverschalungen dienen, und daß bei den Dachgebälken durch die Entfernung der Balken auch die Entfernung der Dachsparren von einander bedingt wird. Wir finden deßhalb in holzreichen Gegenden größere Balken- und Sparrenweiten als in Gegenden, wo die Schnittwaaren, von fernher bezogen, geringere Stärken haben, und deßhalb der öftern Unterstützung bedürfen. Daher kommt es, daß die landesüblichen Balkenentfernungen bei Wohngebäuden so überaus verschieden sind und zwischen 2 und 4 Fuß angegeben werden.

Bei ganz gleicher Belastung und Spannweite der Balken wird demnach die Stärke der einzelnen Balken verschieden sein können, je nachdem sie enger oder weiter gelegt sind.

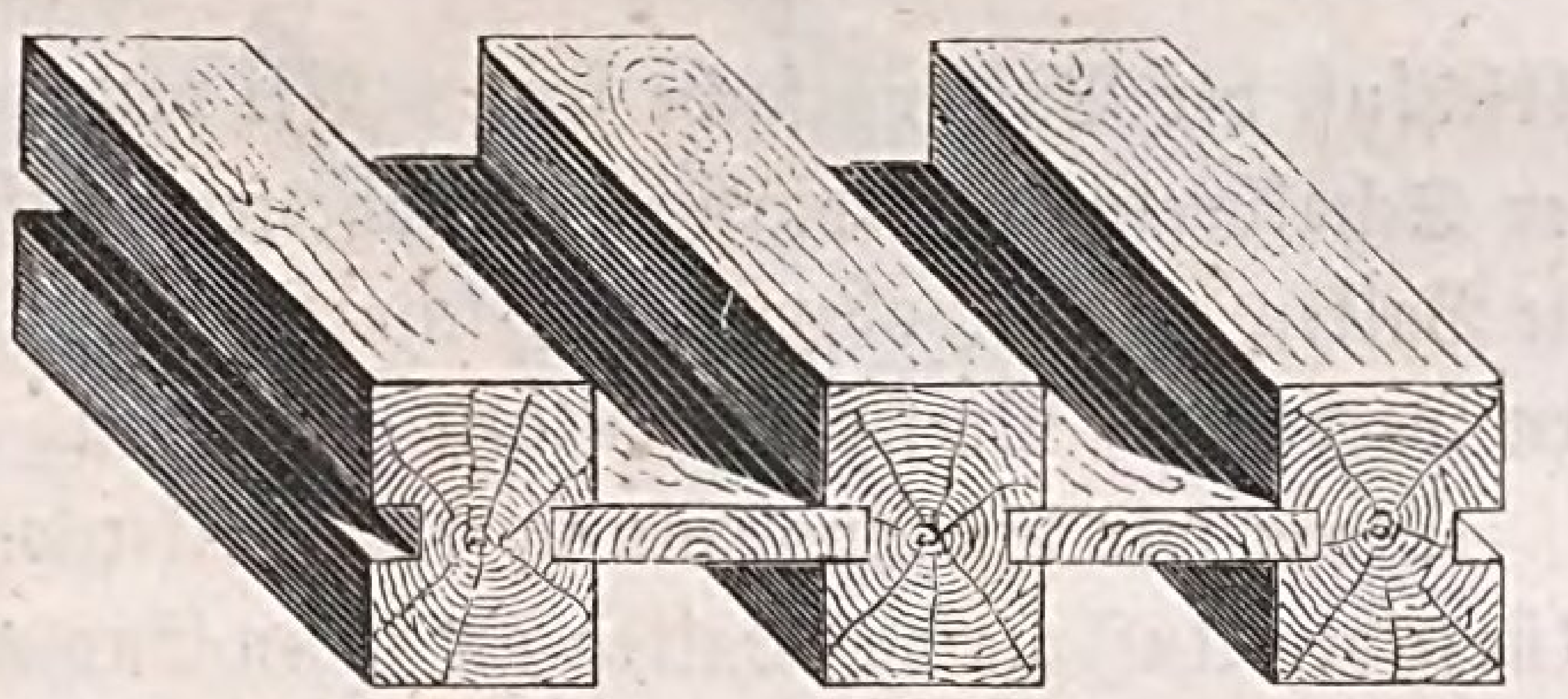
Das Dübelgebälke, bei welchem ohne Zwischenraum Balken an Balken gelegt sind, wird sonach die größte Tragfähigkeit haben, die es vermöge der Höhe der einzelnen Balken haben kann. Um bei solchen Gebälken das Einbiegen der einzelnen Balken unmöglich zu machen, werden nach Fig. 104, auf Entfernungen von 4 bis 5 Fuß von einander, in der Mitte der Balken flache Platten von Eichenholz eingesetzt, welche Dübel heißen, und durch eingetriebene Holznägel mit beiden Balken verbunden werden.

Fig. 104.



Die Hälfte der Tragfähigkeit von den Dübelgebälken haben die in Fig. 105 dargestellten Gebälke, bei welchen die Balken auf die Entfernung ihrer Breite von einander gelegt und durch Bohlen, welche der Länge nach in entsprechende Nuthen eingeschoben sind, unter einander verbunden werden.

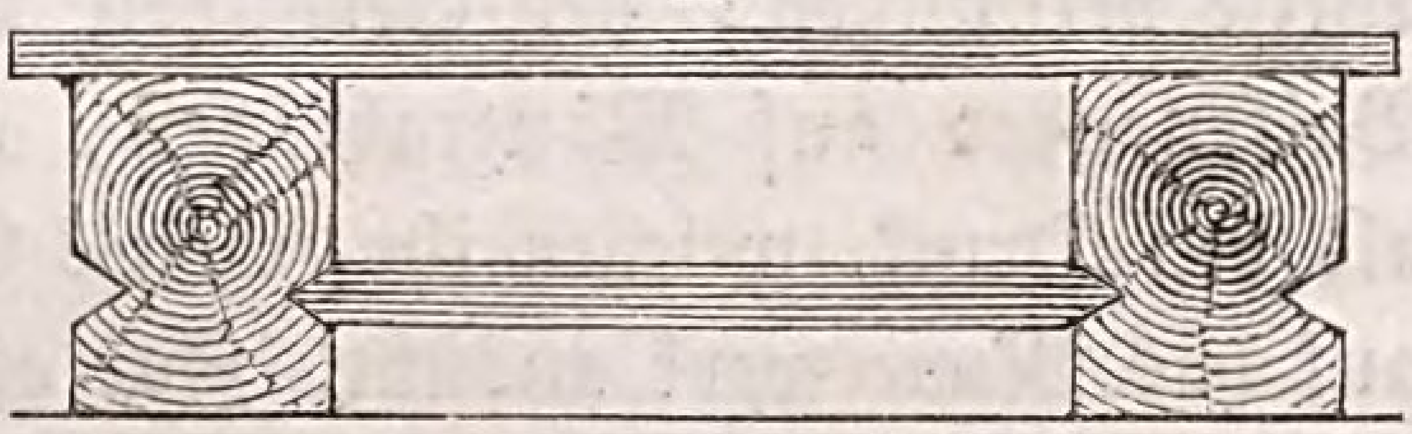
Fig. 105.



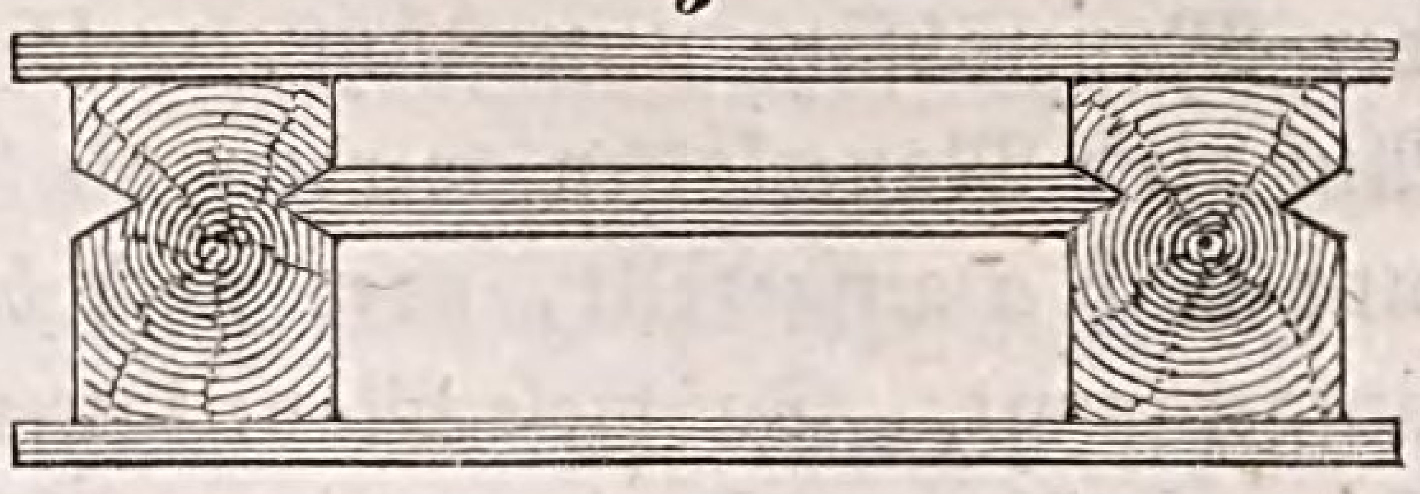
Bei größerer Entfernung der Balken von einander werden die Balkengefache in der Regel ausgestickt (gestakt) und zur Ausfüllung die Stickhölzer entweder mit Lehm gewickelt oder gestrichen, und es werden zur Aufnahme der Stickhölzer die erforderlichen Nuthen an den Seiten ausgehauen. In Fig. 106 ist das verschiedene Einsetzen der Nuthen, und zwar bei *a* für Decken, welche unmittelbar auf die Balken verputzt werden, bei *b* für Decken, welche Verschalung erhalten, und bei *c* für ebenfalls verschalte Decken, zur bessern Verspannung der Balken unter sich, für abwechselnd ansteigend eingetriebene Stickhölzer. Bei

Fig. 106.

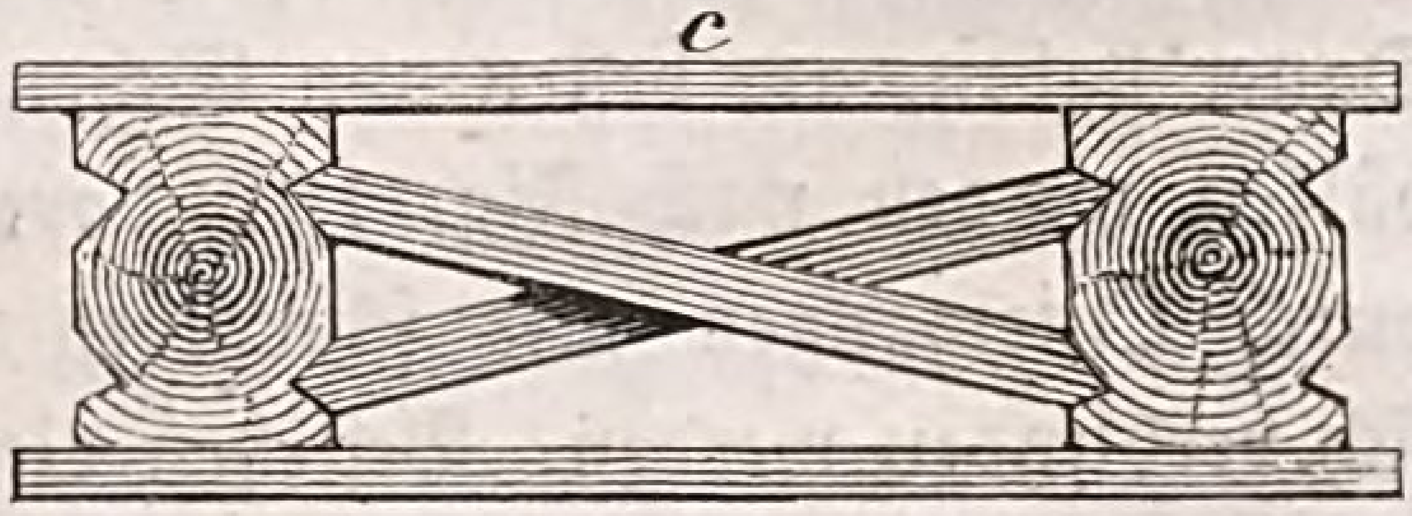
a



b

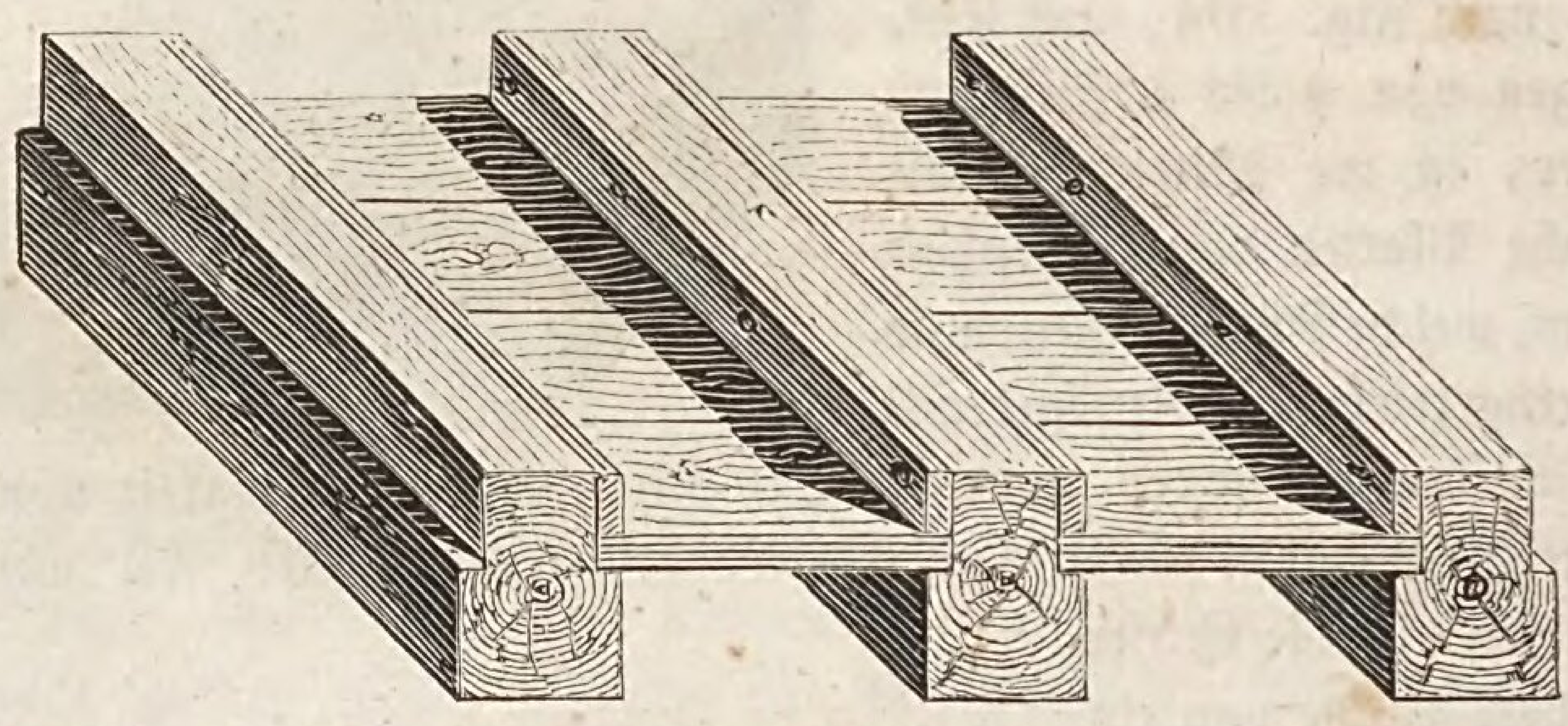


c



Stallgebälken und überall da, wo die Balken von unten frei bleiben, in den Gefachen aber fugendicht abgeschlossen werden sollen, wird nach Fig. 107 eine eingelegte Breterverschalung so weit unter dem Fußboden, daß darüber noch ein Lehmstrich angebracht werden kann, der geeignetste

Fig. 107.

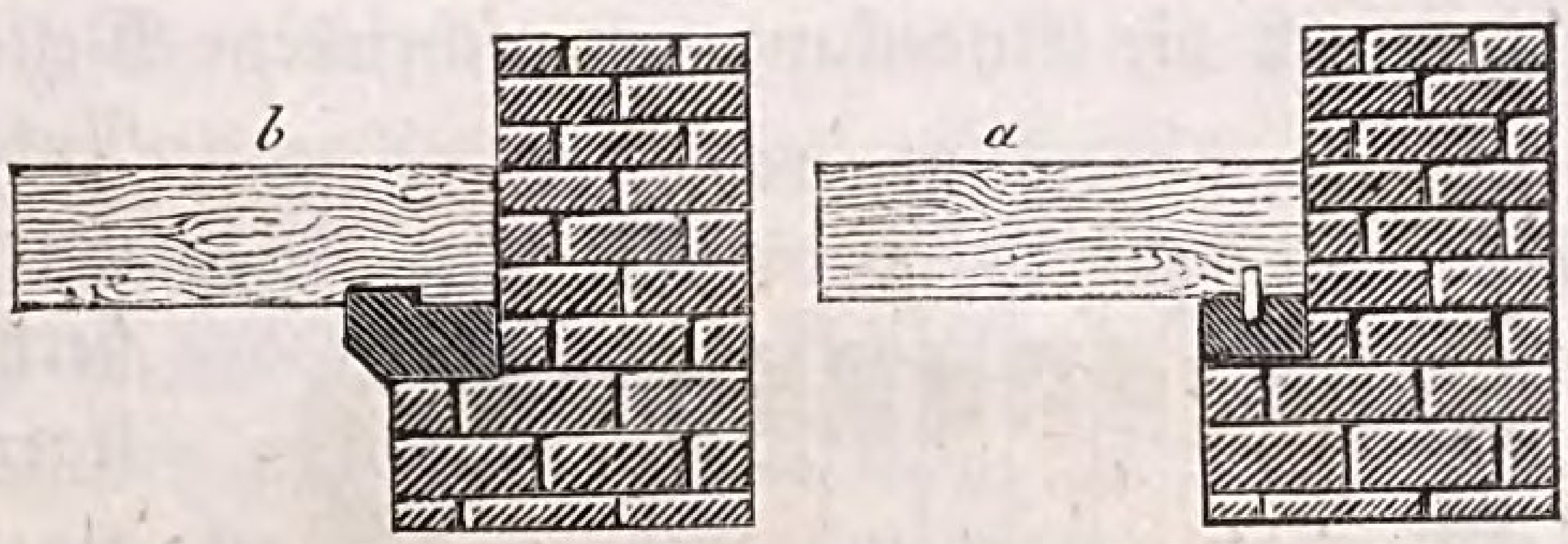


Abschluß der Balkengefache sein. Bei dem hier angenommenen Einlegen der Schalbreter mit darüber genagelten Leisten ist es nicht nöthig, daß die Balken auf der obern Seite scharfkantig sind. Bei scharfkantigen Balken werden die Breter in Nuthen geschoben.

Bevor wir die Anordnung der Balkenlagen betrachten, soll noch in Kürze der Auflage der Balken an ihren Enden Erwähnung geschehen. Bei Holzgebäuden sind die Balkenenden mit den Pfetten und Schwellen der Wände auf die bereits in dem Abschnitte über die Holzverbindungen angegebene Weise verbunden; bei Gebäuden mit Umfangsmauern aber ruhen die Balkenenden auf Mauerabsätzen, ohne irgend eine andere Verbindung als den Druck, welchen ihr eigenes Gewicht und die Belastung der Balken auf das Mauerwerk ausübt. Zur gleichmäßigen Auflage der Balkenenden und zur Vertheilung der Last der Gebälke auf den unterstützenden Theil der Mauern werden die Balkenenden durch Längehölzer von der Breite der Mauerabsätze unterstützt, welche Mauerlatten genannt werden. Auf diese Mauerlatten werden die Balkenenden nach Fig. 108 entweder nur nach *a* aufgedellt, oder nach *b* bei größerer Spannweite der Balken aufgekämmt. Da diese Mauerlatten ihrer ganzen Länge nach unterstützt sind, so können sie eine geringe Höhe haben, doch müssen sie aus festerm Holze bestehen, und werden, da Nadelhölzer im Mauerwerk keine lange Dauer haben, am besten von Eichenholz angefertigt. Unter den Dachgebälken werden nach Fig. 109 doppelte Mauerlatten angebracht, welche durch Querzangen mit schwalbenschwanzförmiger Ueberblattung unter sich verbunden werden. Bestehen die Mauerlatten aus mehreren Stücken,

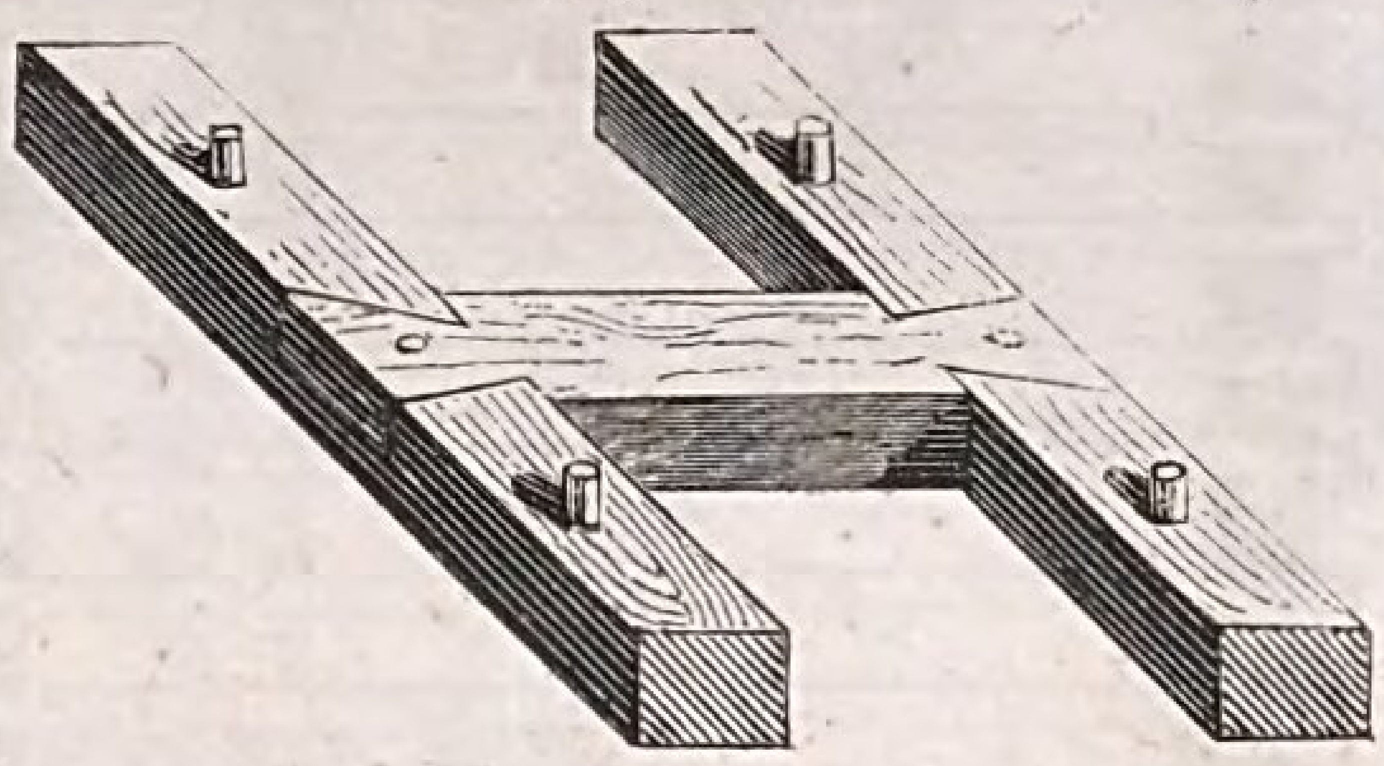
so werden bei jedem Stoße zwei Zangen, auf beiden Seiten des Stoßes, angebracht; außerdem genügt es, die doppelten Mauerlatten auf je **12** bis **15** Fuß Länge durch solche Querzangen zu verbinden. Beim Abschluß schwacher Umfangsmauern wird das Dachgebälke zuweilen auf flache Bohlen von der Breite der ganzen Mauer gelegt; in diesem Falle heißen diese Unterlegeschwellen Mauerbänke.

Fig. 108.



Der Betrachtung über die Anordnung der Balkenlagen werden wir ein Dachgebälke zu Grunde legen, weil bei diesen Gebälken zugleich auf das Dachwerk Rücksicht genommen werden muß, und sonst alle Bestandtheile der darunter liegenden Stockwerksgebälke vorkommen. Daß der Anlegung der Gebälke eine genaue Aufnahme des Gebäudes, für welches eine Balkenlage bestimmt ist, vorausgehen, und nach dieser Aufnahme der Grundriß des Gebäudes, mit genauer Angabe der Mauern, Wände, Schornsteine und Treppenanlagen, auf dem Werkplatz aufgetragen werden muß, um nach diesem Grundrisse das Gebälke anzuordnen, ist selbstverständlich. Die Richtung der Balken wird darnach bestimmt, daß die Mehrzahl derselben in ganzer Länge angewendet werden können und eine ihrer Stärke entsprechende Unterstützung durch Wände oder Mauern erhalten. Bildet der Grundriß des Gebäudes ein längliches Rechteck, so wird in den meisten Fällen die Richtung der Balken senkrecht gegen die langen Seiten, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, nach der Tiefe des Gebäudes angenommen werden können, und man wird davon nur dann abgehen, wenn die Balken nach dieser Richtung keine genügende Auflage an ihren Enden erhalten können, sich auf größere Entfernungen als nach entgegengesetzter Richtung freitragen, oder wegen zu häufigen Durchbrechungen von Schornsteinen, Treppenöffnungen u. s. w. zu oft vorgestoßen oder ausgewechselt (vertrumpft) werden müssen.

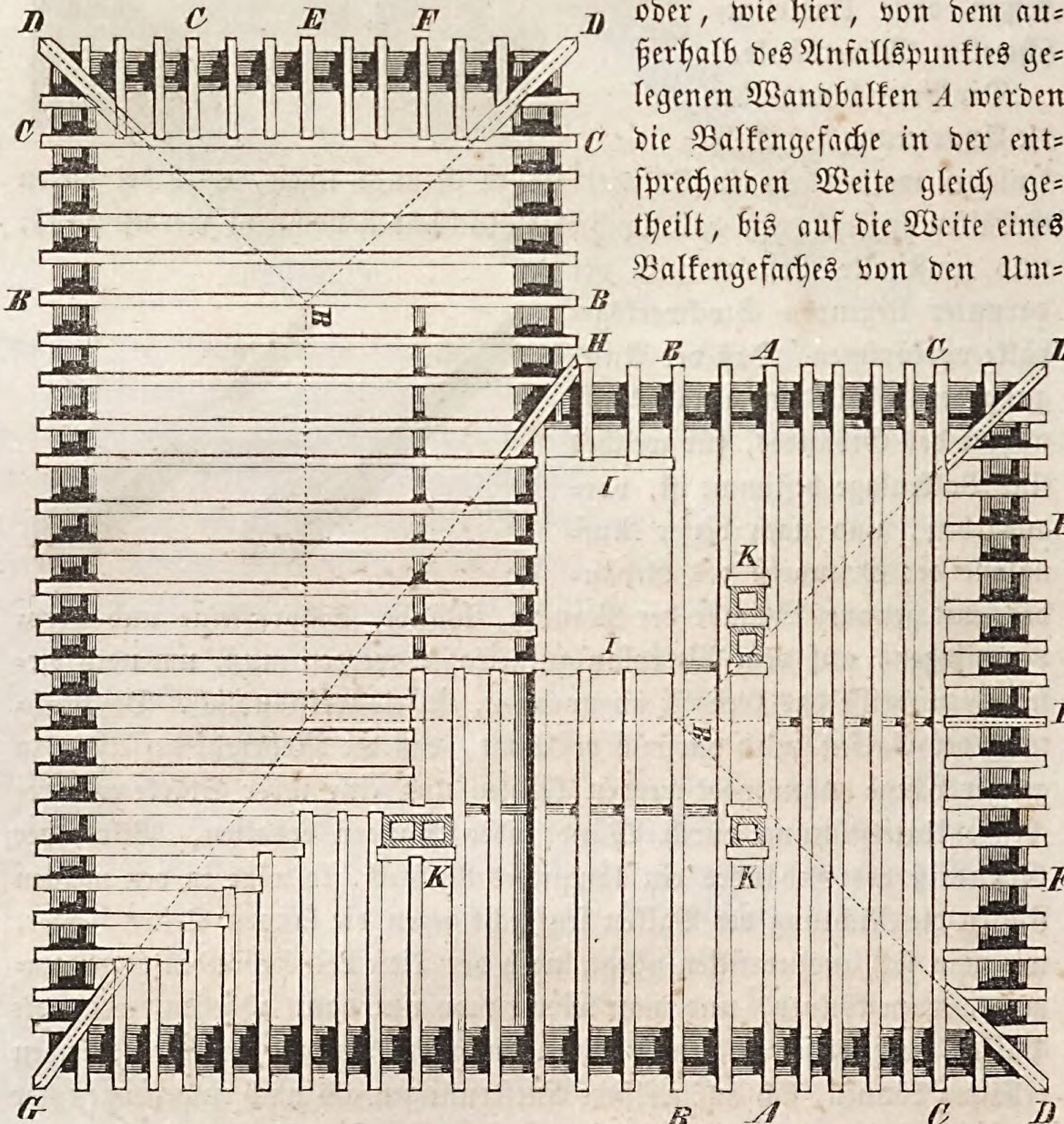
Fig. 109.



Die in Fig. **110** gegebene Balkenlage ist ein Dachgebälke für ein Gebäude mit Widerkehr. Kommen Wände in der Richtung der Balken vor, so werden darüber zuerst die Wandbalken *A*, welche den darunter befind-

lichen Wänden als Pfette dienen, angelegt. Sodann werden die Firste und Walmen aufgeschnürt, und an den Stellen, wo die Walmen sich anschließen, die Binderbalken *BB* gelegt. Von der Entfernung dieser Wand- und Binderbalken hängt dann die Eintheilung der dazwischen liegenden Balken ab, deren Entfernung weniger, aber nie mehr betragen darf als die durch die Eindeckung vorgeschriebene Weite der Sparren. Von den Anfallspunkten der Walmen oder, wie hier, von dem außerhalb des Anfallspunktes gelegenen Wandbalken *A* werden die Balkengefache in der entsprechenden Weite gleich getheilt, bis auf die Weite eines Balkengefaches von den Um-

Fig. 110.



fangsmauern entfernt, wo der letzte Hauptbalken *CC*, welcher die Stiche für die Walmschifter aufzunehmen hat, und deßhalb auch Stichbalken heißt, zu liegen kommt. Eine ungleiche Eintheilung ist hier nur dann gerechtfertigt, wenn durch ein Enger- oder Weiterlegen der Balken bei vorkommenden Auswechselungen das Abtrumpfen von Hauptbalken

umgangen werden kann. Sind die Stichbalken *C C* gelegt, so werden die zur Aufnahme der Grathsparren erforderlichen Grathstiche *D D*, nach der diagonalen Richtung der, nach dem Anfallspunkte des Walmens *B* aufzuschnürenden Grundlinie der Gräthe, in den Hauptstichbalken eingesetzt; nach diesem der mittlere Stich *E* für den längsten Sparrenschifter der Walmen, und von diesem, in gleichen Entfernungen gegen den Grathstich eingetheilt, die übrigen Sparrenstiche *F F*. Der Hauptstichbalken, welcher durch das Verzapfen mit den Grath- und Sparrenstichen sehr geschwächt wird, erhält eine größere Breite als die übrigen Balken. Bei Dächern mit Widerkehr entsteht auf der innern Seite eine Kehle und nach außen ein Grath. Ist die Widerkehr im rechten Winkel, und haben die beiden Arme der sich widerkehrenden Gebäude gleiche Breite, und dem entsprechend die Dächer gleiche

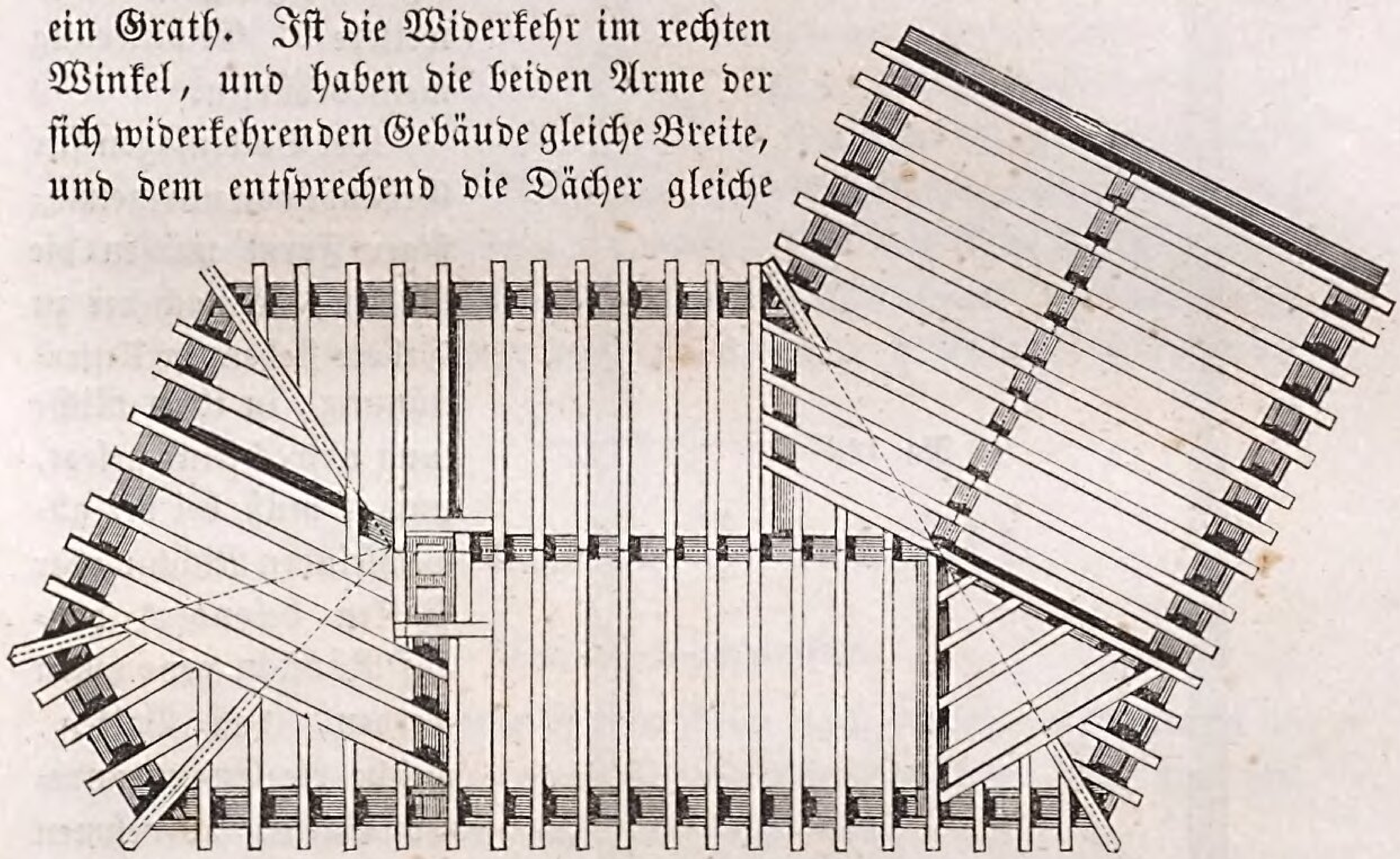


Fig. 111.

Firsthöhe, so fällt der Grundschlag für die Kehle und den Grath in eine gerade Linie, und es kann, wenn sonst die Anordnung der Balkenlage es gestattet, ein ganzer Balken nach dieser Diagonallinie gelegt werden, welcher den Grathstich *G* und den Kehlstich *H* ersetzt, und als Grath- und Kehlbalken zu bezeichnen ist. In Fig. **110** ist eine Widerkehr von ungleicher Breite angenommen, und statt des durchgehenden Grathstichbalkens eine nach beiden Balkenrichtungen abwechselnde Auswechselung angewendet, so daß zuletzt ein Grathstich diese Auswechselung schließt. Der Kehlstich *H* ist mit dem nächsten Balken überblattet und an den zweiten Balken angezapft. Bei größeren Durchbrechungen werden Wechselbalken *I I* eingelegt, welche an dem Ende mit versetzten

Zapfen in die Hauptbalken eingreifen, und in welche selbst wieder die durch den Wechselbalken unterbrochenen Balkenenden so wie die Stichbalken eingezapft sind. Bei kleineren Durchbrechungen, welche die Breite der Balkengefache nicht überschreiten, werden die Balkengefache nur durch eingelegte Wechsel *K* abgegrenzt.

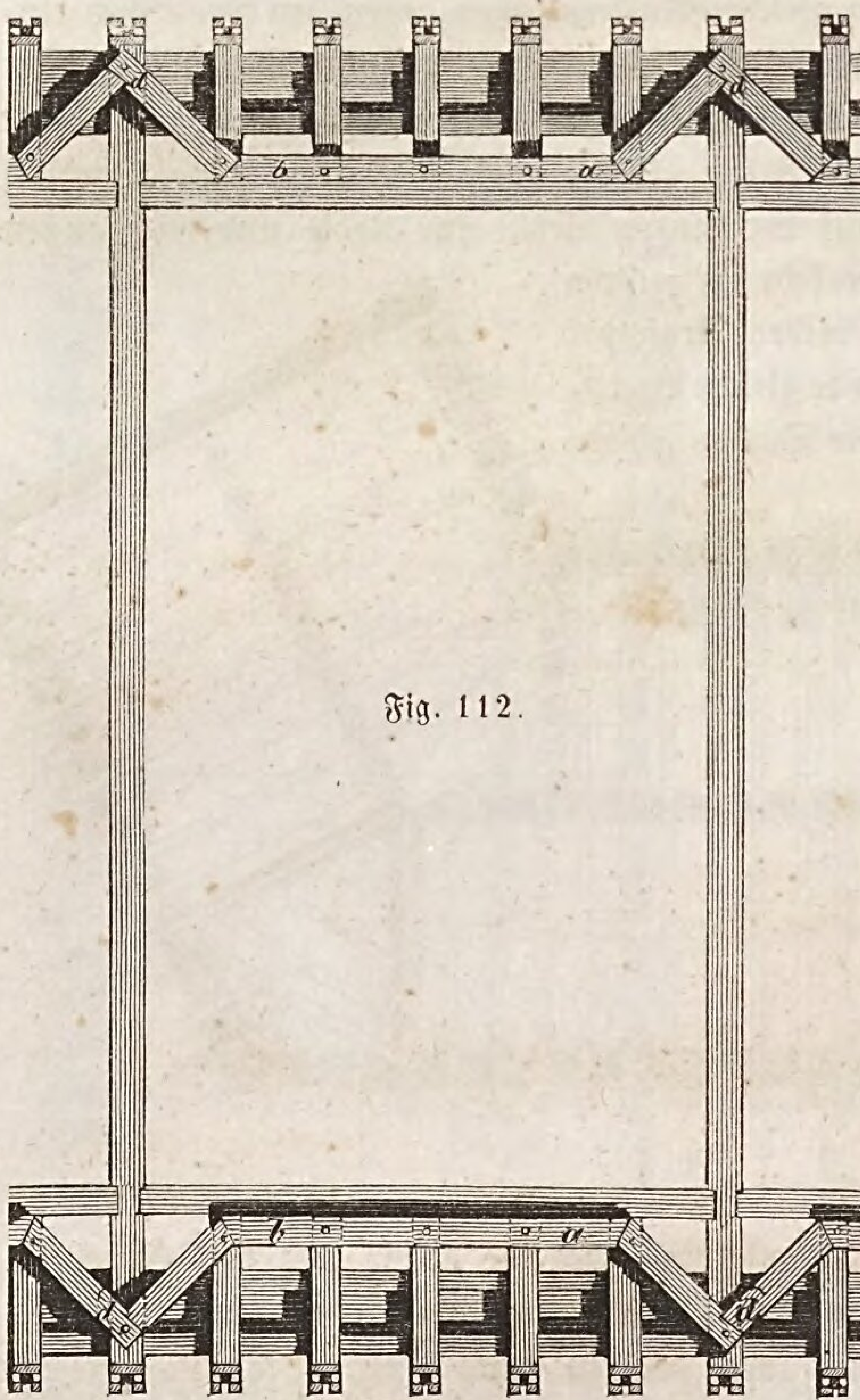


Fig. 112.

Nach dem angeführten Beispiele wird die Anordnung von Balkenlagen für Gebäude von regelmäßiger Form keine weitere Erläuterung mehr bedürfen.

Bei Balkenlagen für Gebäude von unregelmäßiger Form müssen die Balken, je nach der zu Gebote stehenden Unterstützung, in ihrer Richtung abwechselnd gelegt, und es muß bei der abwechselnden Richtung der Balken besonders darauf Rücksicht genommen werden, daß Balken, welche die Enden anderer Balken aufnehmen müssen und dadurch zu Wechselbalken werden, genügend unterstützt sind, oder durch die sich anschließenden Balken unterstützt werden. Die in Fig. **111** gegebene Balkenlage für ein Gebäude mit stumpfer Widerkehr und mit gebrochenen Ecken wird genügen, um bei der Anordnung von Gebälken für Gebäude von unregelmäßigen Grundrissen als Anhalt zu dienen.

Im Allgemeinen möge noch zum Schlusse über die Betrachtung der Gebälke erwähnt werden, daß erstens: bei Zwischengebälken diejenigen Balken, welche zur Verankerung der Umfangsmauern benutzt werden sol-

len, senkrecht gegen die zu verankernden Mauern liegen müssen, und eben so, wie die Dachbinderbalken, nicht gestoßen sein dürfen; und daß zweitens: die Kehl- und Grathstiche bei Dachgebälken, welche einem größern Schube zu widerstehen haben als die übrigen Sparrenstiche, entweder durch ein Eisenband oder eine starke Klammer mit dem Hauptstichbalken, oder bei flachen Dächern durch Ueberblattung mit mehreren Balken verbunden, oder mit einem darüber gelegten Bande, welches über mehrere Balken greift, durch Schrauben gegen das Ausweichen gesichert werden müssen.

In Fällen, wo bei der Ueberdachung großer Räume kein durchgehendes Gebälke angebracht wird, sondern nur die Binderbalken durchgehen, zwischen denen Wechselbalken zur Aufnahme der Sparrenstiche eingelegt sind, muß Vorsorge getroffen werden, daß die Wechselbalken nicht nach außen gezogen werden können. Fig. 112 stellt eine Sicherung zu diesem Zwecke dar, wo über die Stiche eine Kopfschwelle *a b* nach innen gelegt und durch Streben *b d* und *a d*, welche gegen das Ende des Binderbalkens sich stemmen, zu einem horizontalen Sprengwerk verbunden sind. Diese Verbandstücke werden mit den darunter befindlichen Hölzern verschraubt.

Siebenter Abschnitt.

Von den Dachwerken.

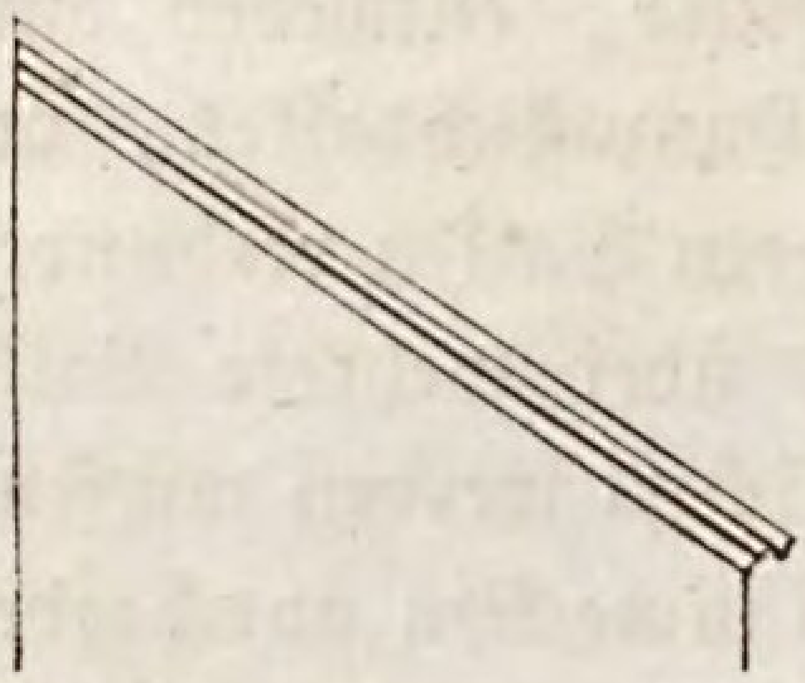
Die Dächer haben ihrer äußern Form nach, welche meist davon abhängt, nach welchen Seiten die Wasserableitung stattfinden kann oder soll, verschiedene Benennungen, und zwar nennt man:

a. Pultdächer diejenigen Dächer, bei welchen die Wasserableitung nur nach einer Seite hingeht, so daß sie nach Fig. 113 nur eine geneigte Fläche haben und im First durch eine senkrechte Wand oder Mauer unterstützt sind;

b. Satteldächer diejenigen Dächer, welche zur Ableitung des Wassers nach zwei Seiten geneigte Dachflächen haben, welche im höchsten Punkte in einer Linie, der Firstlinie oder dem First, zusammentreffen. Diese Dächer sind an den Enden nach Fig. 114 durch senkrechte Wände, die man Giebel nennt, abgeschlossen. Bestehen die Satteldächer nach Fig. 115 aus gebrochenen Dachflächen, von denen die unteren unter steilem Winkel geneigt sind, so werden sie nach dem Erfinder dieser im vorigen Jahrhundert sehr beliebten Dachform, dem französischen Architekten Mansard, Mansardendächer genannt;

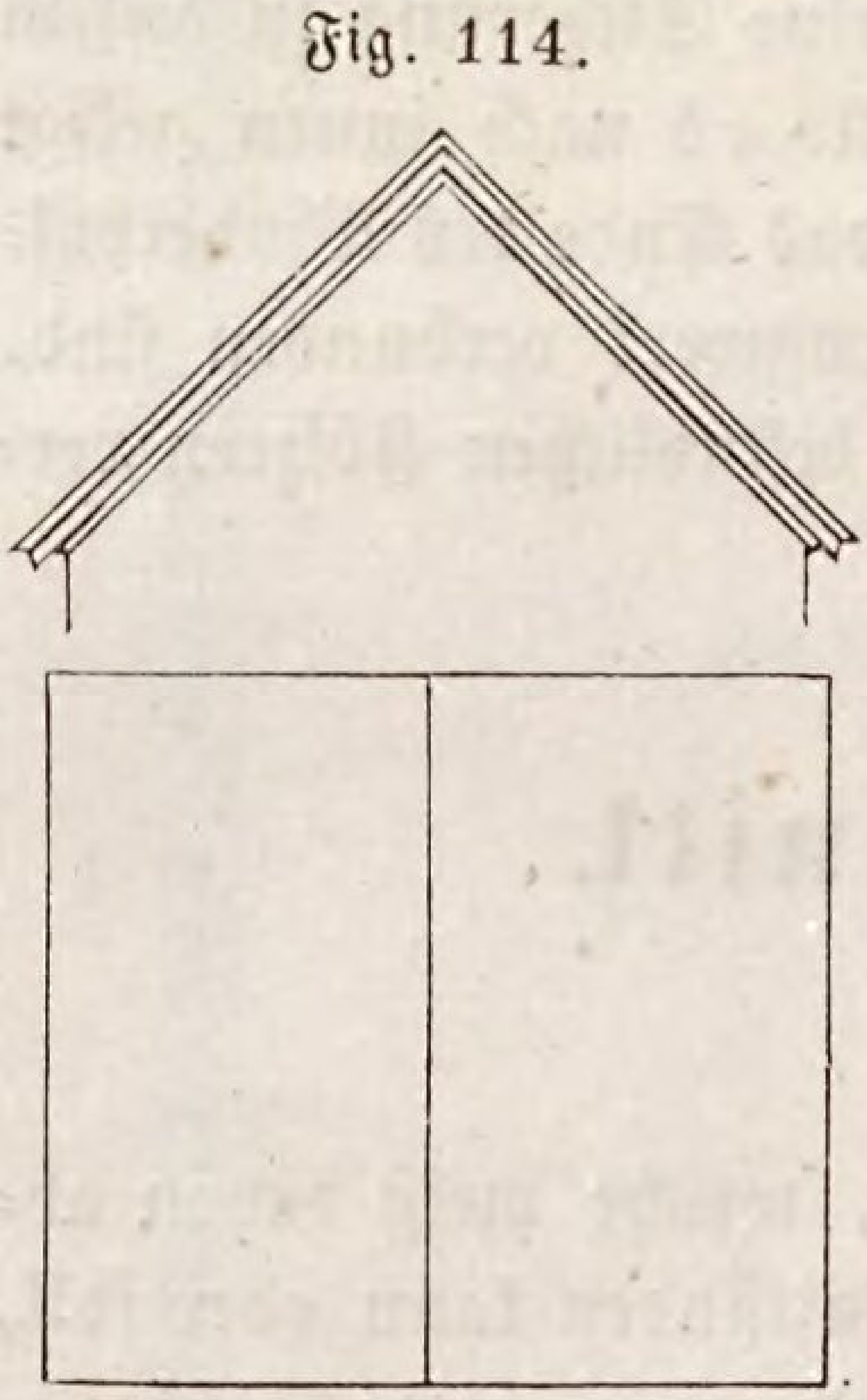
c. *Walmdächer* diejenigen Dächer, bei welchen die Ableitung des Wassers nach allen Seiten des Umfangs stattfindet, so daß nach Fig. 116 die Giebel wegfallen und durch geneigte Dachflächen ersetzt sind, die sich mit den Langseiten in Gräthen schneiden. Die dreiseitigen Dachflächen heißen Walmen, und der Punkt, wo sie sich an den First anschließen, wird der Anfallspunkt genannt. Liegen die Traufliniern in einer Horizontalebene, so heißt das Dach ganzes Walmdach, liegen aber nach Fig. 117 die Trauflinien der Walmen höher, so daß das Dach ein Giebel- und Walmdach zugleich darstellt, so wird es ein *Krüppelwalmdach* genannt;

Fig. 113.



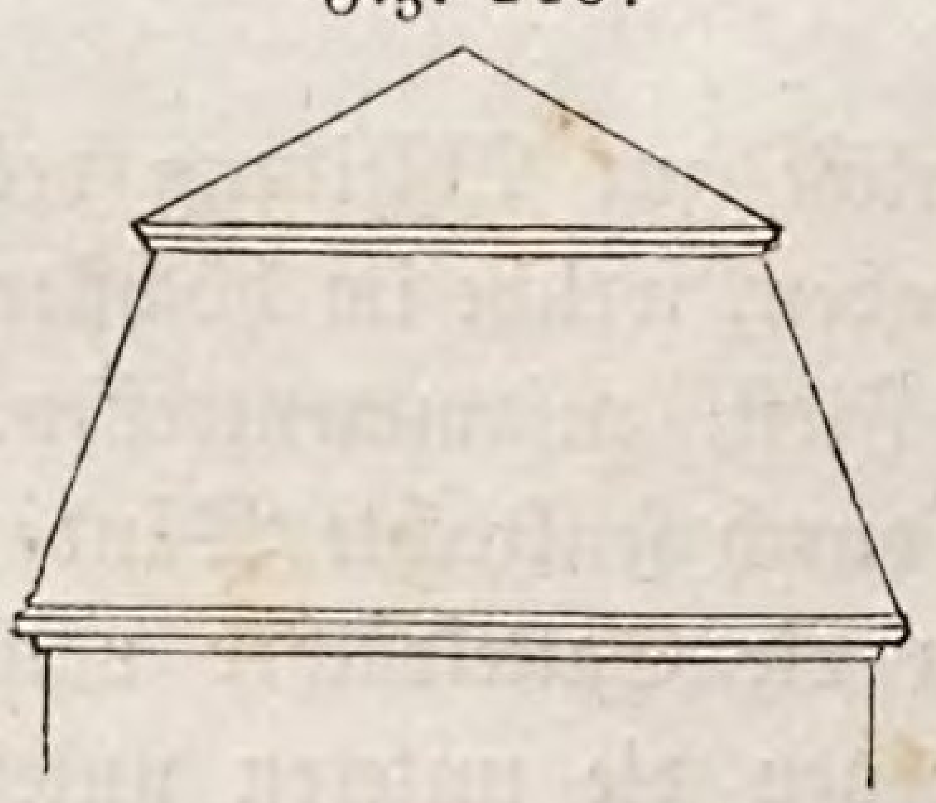
d. *Zeltdächer* diejenigen Dächer, bei welchen die Ableitung des Wassers ebenfalls nach allen Seiten stattfindet, die geneigten Dachflächen aber mit ihren Gräthen sich nach Fig. 118 in einem Punkte, dem Firstpunkte, schneiden. Sind die Dachflächen sehr steil und haben sie, wie bei Kirchthürmen, ein Vieleck zum Grundrisse, so wird ein solches Dach ein *Helmdach* oder kurzweg ein *Helm* genannt.

Fig. 114.



Bei den vorbeschriebenen Dächerformen sind die Dachflächen als ebene oder so gebogene angenommen, daß die Durchschnittslinie einer senkrechten Ebene eine gerade Linie ist. Sind die Durchschnittslinien stetig gebogen, so wird das Sattel- oder Walmdach gewöhnlich *Bohlendach* und das Zeltdach *Dachhaube* genannt. Ist der Grundriß des letztern ein Kreis, so entsteht das *Kuppeldach* oder die *Kuppel*.

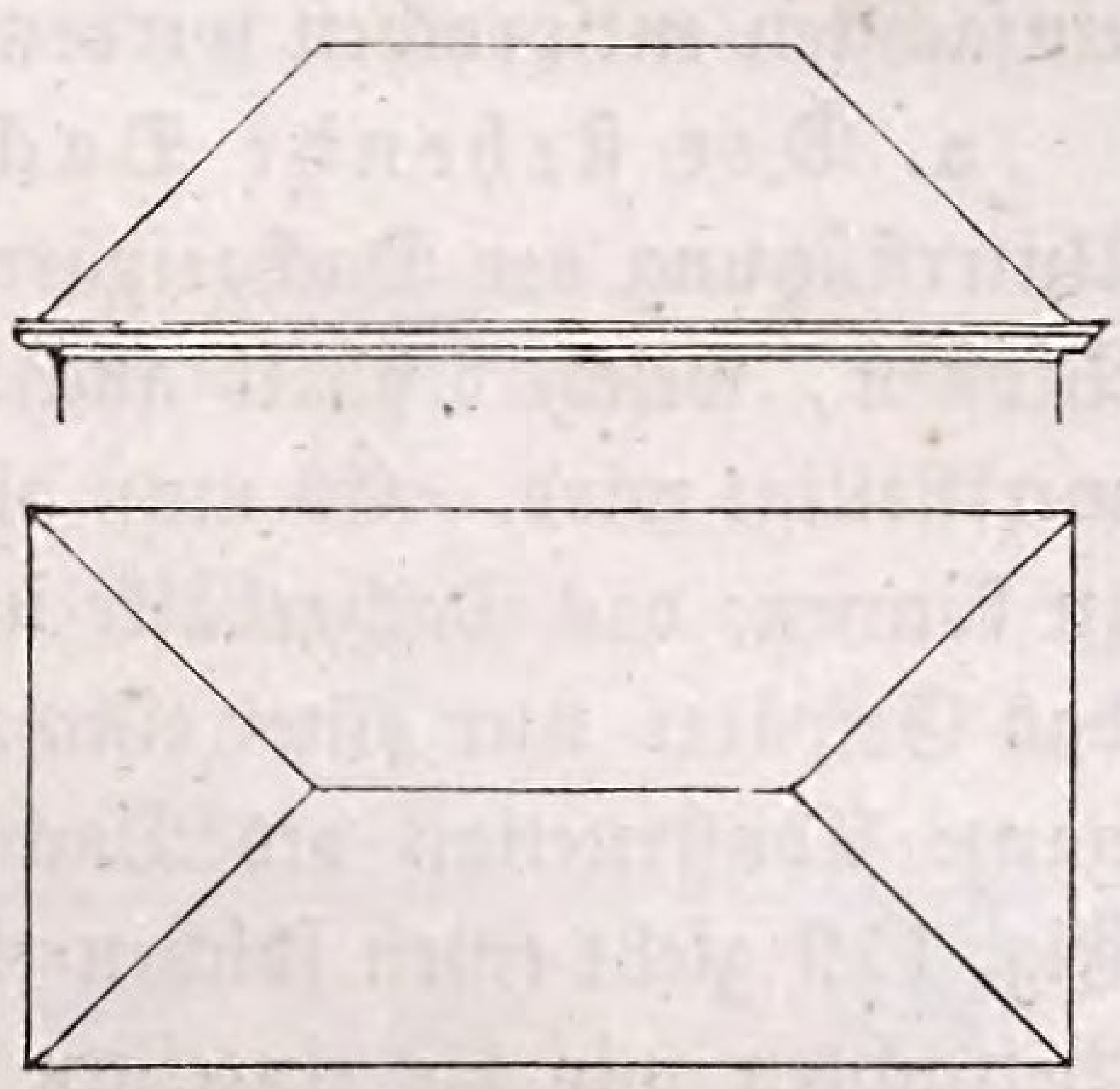
Fig. 115.



Bezeichnen die angeführten Benennungen der Dächer die Art der Wasserableitung, so werden auch noch die Dächer in Bezug auf die Größe der Neigungswinkel, der sogenannten Dachrösche, verschieden benannt. So wird ein steiles Dach, bei welchem die senkrechte Höhe größer ist als die Grundlinie, ein altgothisches Dach genannt. Ist die Höhe gleich der Grundlinie, so heißt das Dach ein altdeutsches Dach, und ist das Dreieck im Durchschnitt ein gleichseitiges, ein altfranzösisches Dach. *Winkeldächer* werden diejenigen Dächer

genannt, bei welchen die Höhe gleich ist der halben Grundlinie. Ist die Höhe geringer als der fünfte Theil der Grundlinie, so wird das Dach ein flaches genannt. Dächer von so geringer Neigung, daß sie begangen werden können, nennt man Altan- oder Terrassendächer.

Fig. 116.



Gehen wir nun zur Construction der Dachwerke über, so werden wir die Dächer darnach zu unterscheiden haben, auf welche Weise die das Deckmaterial tragenden Hölzer, die Sparren, vom Dachraume aus unterstützt werden.

Wir begreifen die im Innern der Dachwerke angebrachten Constructionen, welche dazu dienen, die Sparren auf solche Entfernungen zu unterstützen, daß sie sich von der darauf wirkenden Belastung nicht einbiegen, und welche in vorkommenden Fällen zum Aufhängen ununterstützter Balken vom Dachraum aus benutzt werden, unter dem allgemeinen Namen der Dachstühle. Diese Constructionen werden nun nicht für jedes einzelne Sparrenpaare oder für jeden einzelnen Balken, sondern in solchen Entfernungen von einander angebracht, daß die dazwischen vorkommenden Sparren oder Balken durch horizontale Pfetten oder Durchzüge unterstützt oder aufgehangen werden, und es wird hiernach die in dem Dachstuhle an den Stellen vorkommende Construction, von der die Unterstützung der Pfetten oder Durchzüge ausgeht, und welche dann in einer senkrechten Ebene liegt, der Dachbund genannt. Da von den Dachbünden und ihrer Längenverbindung unter sich die ganze Festigkeit der Dachstühle abhängt, so werden wir darauf hauptsächlich unsere Betrachtung richten.

Fig. 117.

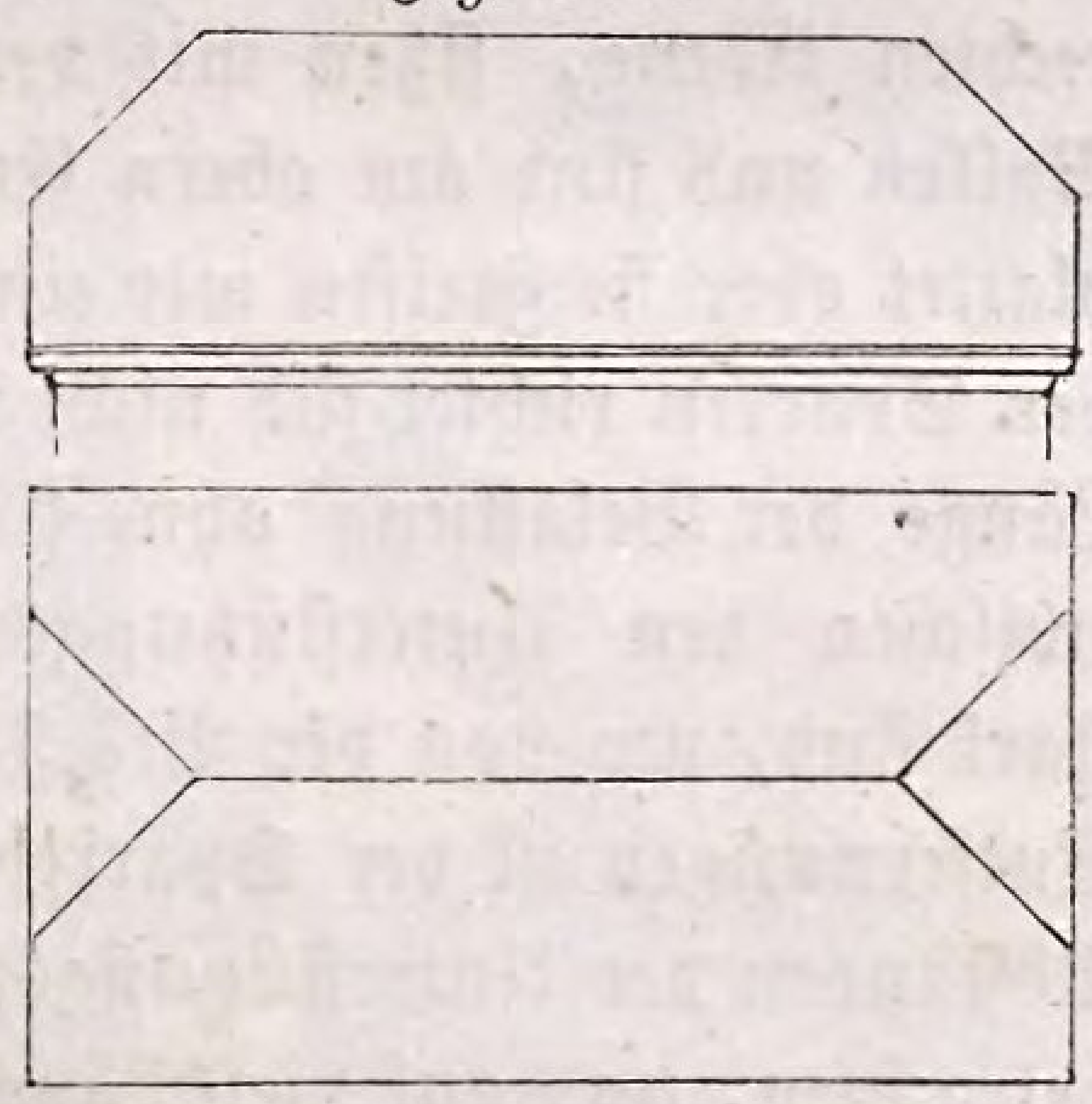
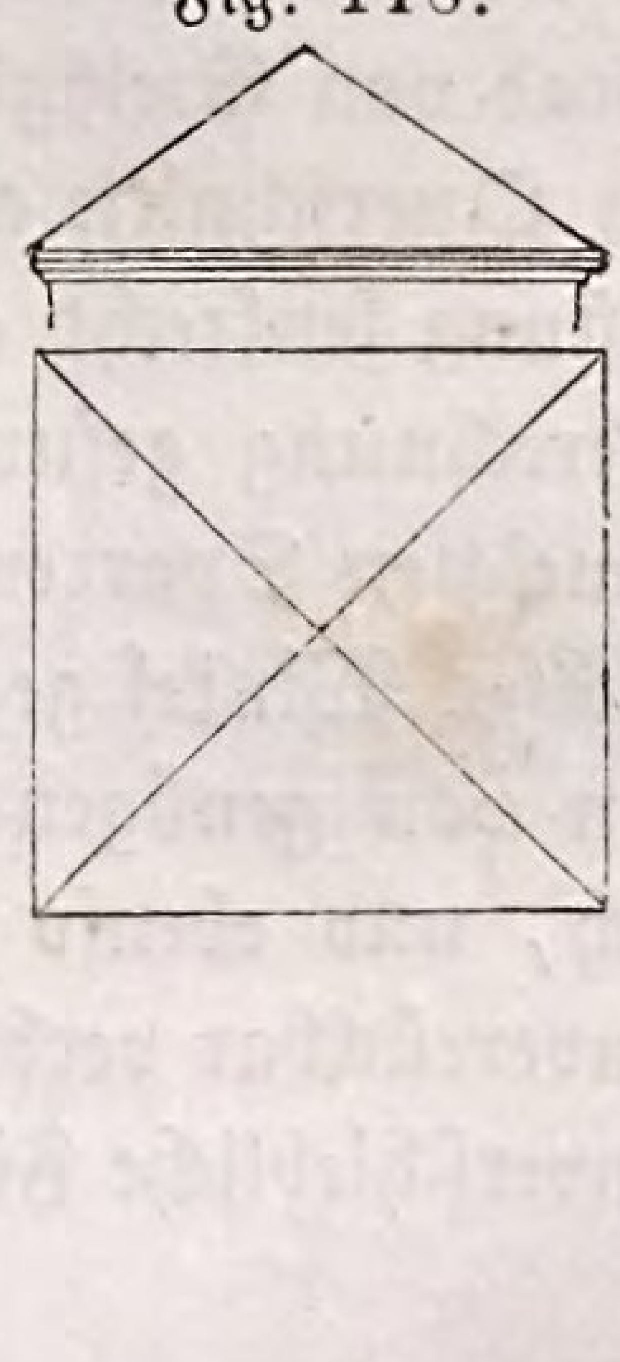


Fig. 118.



Nehmen wir die Art der Unterstützung als maßgebend an, so zerfallen die Dachstühle in:

a) Stehende Stühle,
b) Liegende Stühle,
c) Hängewerke und
d) Sprengwerke,

und hiernach werden wir die Verschiedenheit in der Construction derselben zu betrachten haben. Statt vieler Beispiele, an wenigen Constructionen nachzuweisen, wie den gestellten Anforderungen am zweckmäßigsten und einfachsten entsprochen werden kann, ist dabei die Absicht des Verfassers.

a. Der stehende Dachstuhl hat seinen Namen daher, daß die Unterstützung der Dachgespärre vom Gebälke aus, und durch senkrechte Pfosten, welche deßhalb auch stehende Bundpfosten genannt werden, bewerkstelligt wird. Es muß also, um den stehenden Dachstuhl anwenden zu können, das Dachgebälke unterstützt sein. Im einfachsten Falle bedarf das Gespärre nur einer einmaligen Unterstützung, und es bezieht sich die ganze Construction des Dachstuhls nur auf die Sparrenunterstützung. Fig. 119 giebt einen solchen einfach stehenden Dachstuhl ohne Kehlgebälke. Betrachten wir die einzelnen Bestandtheile für sich und im Zusammenhange mit den übrigen Bestandtheilen der Construction.

b. Die Sparren, welche die unmittelbare Unterlage der Lattung oder Verschalung für das Deckmaterial bilden, liegen je zwei in einer senkrechten Ebene, sitzen mit dem untern Ende auf einem und demselben Balken und sind am obern Ende entweder an einander auf die Hälfte geblattet oder sie greifen mit einem Scherenzapfen in einander. Die Stärke der Sparren richtet sich nicht darnach, daß der Sparren in seiner ganzen Länge der Belastung ohne Einbiegen widerstehen soll, sondern daß die zwischen den Unterstützungspunkten gelegenen Sparrenstücke genügend stark sind, um von der Belastung nicht eingebogen zu werden. Auf diese Entfernungen ist der Sparren als ein Balken von der Länge, welche den Abständen der Unterstützungspunkte, horizontal gemessen, gleich ist, zu betrachten, und auf diese Länge, im Verhältniß der auf seine Länge gleichmäßig vertheilten Belastung, die Stärke nach der, für die Berechnung der Balkenstärken im vorigen Capitel gegebenen Formel zu berechnen. Da es bei den Sparren hauptsächlich darauf ankommt, daß sie einen hohen Grad von Steifigkeit haben, so wird das Verhältniß der Höhe zur Breite im Querschnitte am günstigsten wie 7 : 4 anzunehmen sein. Da die Belastung senkrecht auf die Sparren wirkt, so ist der durch die angeführte Berechnung gefundene Querschnitt als der senkrechte Durchschnitt der geneigten Sparren anzunehmen, und aus diesem erst der Querschnitt im rechten Winkel gegen die Sparren zu bestimmen. Wären nun zwei Sparren von genügender Steifigkeit bei der Durchschneidung im First unter sich, und ebenso bei dem Ansatze auf dem Balken mit diesem fest und unverrückbar verbunden, so würde das dadurch gebildete Dreieck eine feste, unverschiebliche Figur sein. Dies nach Möglichkeit zu erreichen, ist die

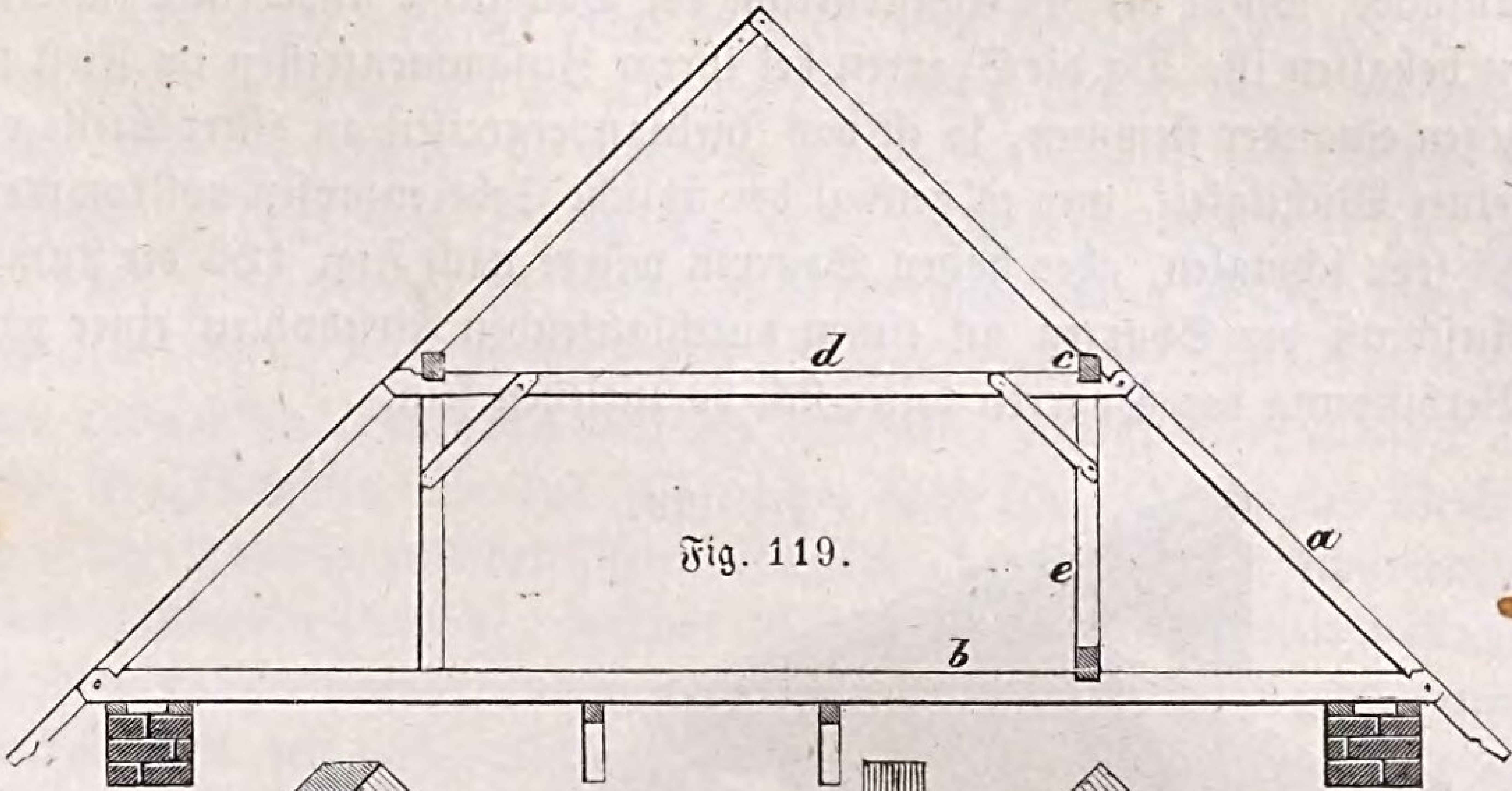


Fig. 119.

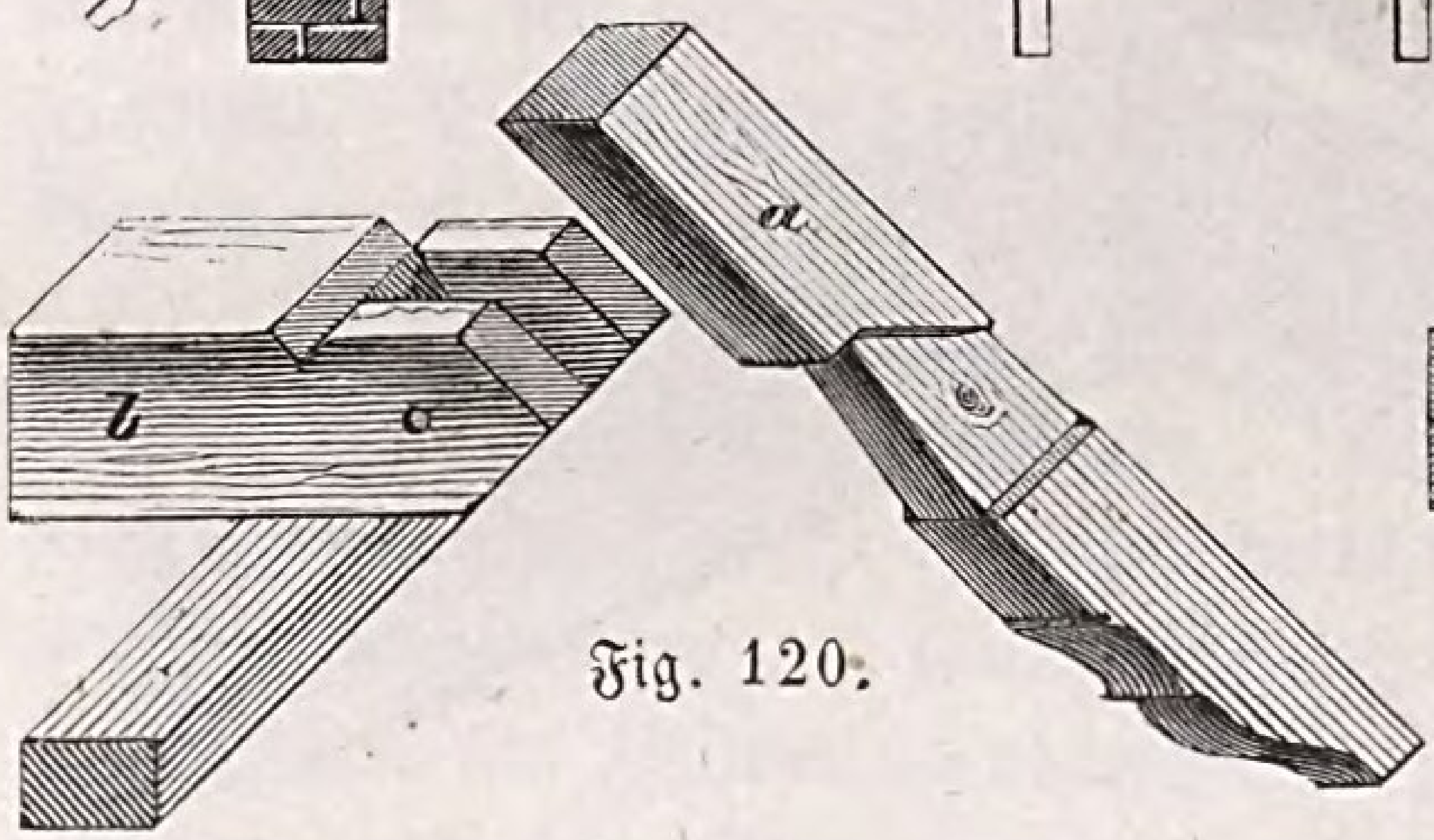
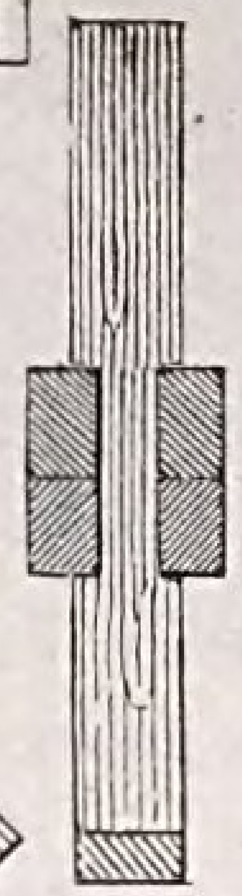


Fig. 120.



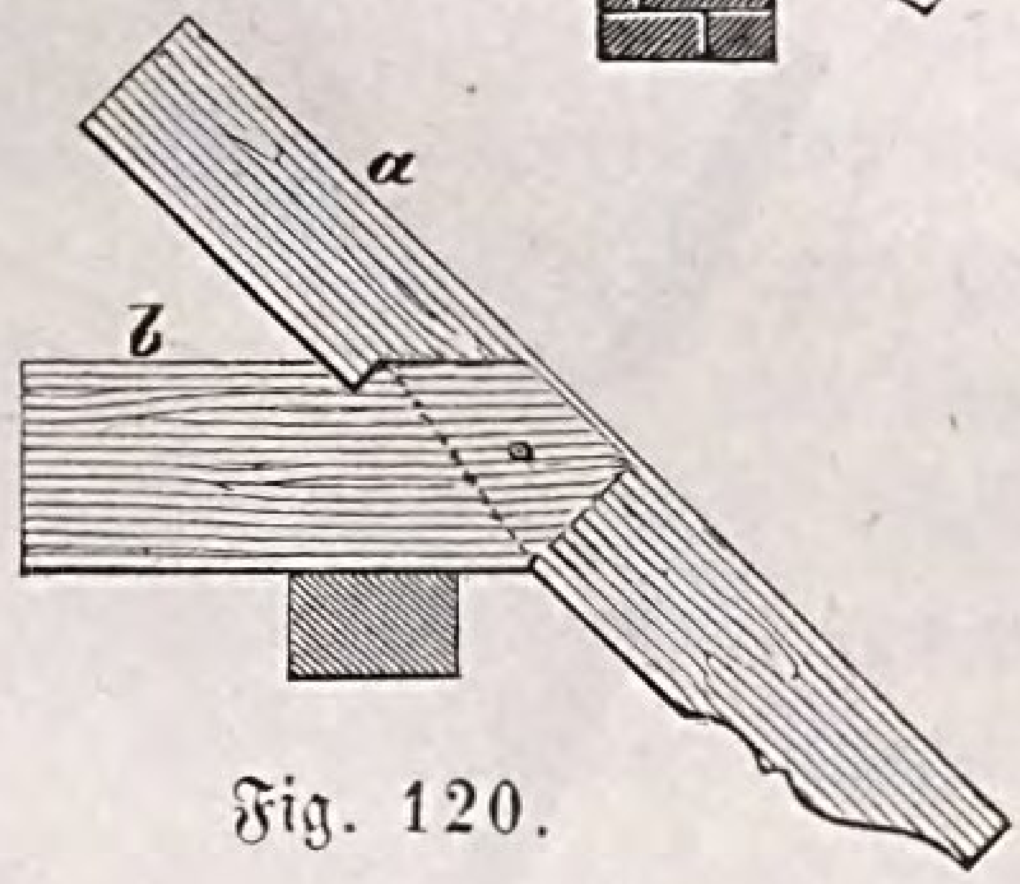


Fig. 120.

Fig. 121.

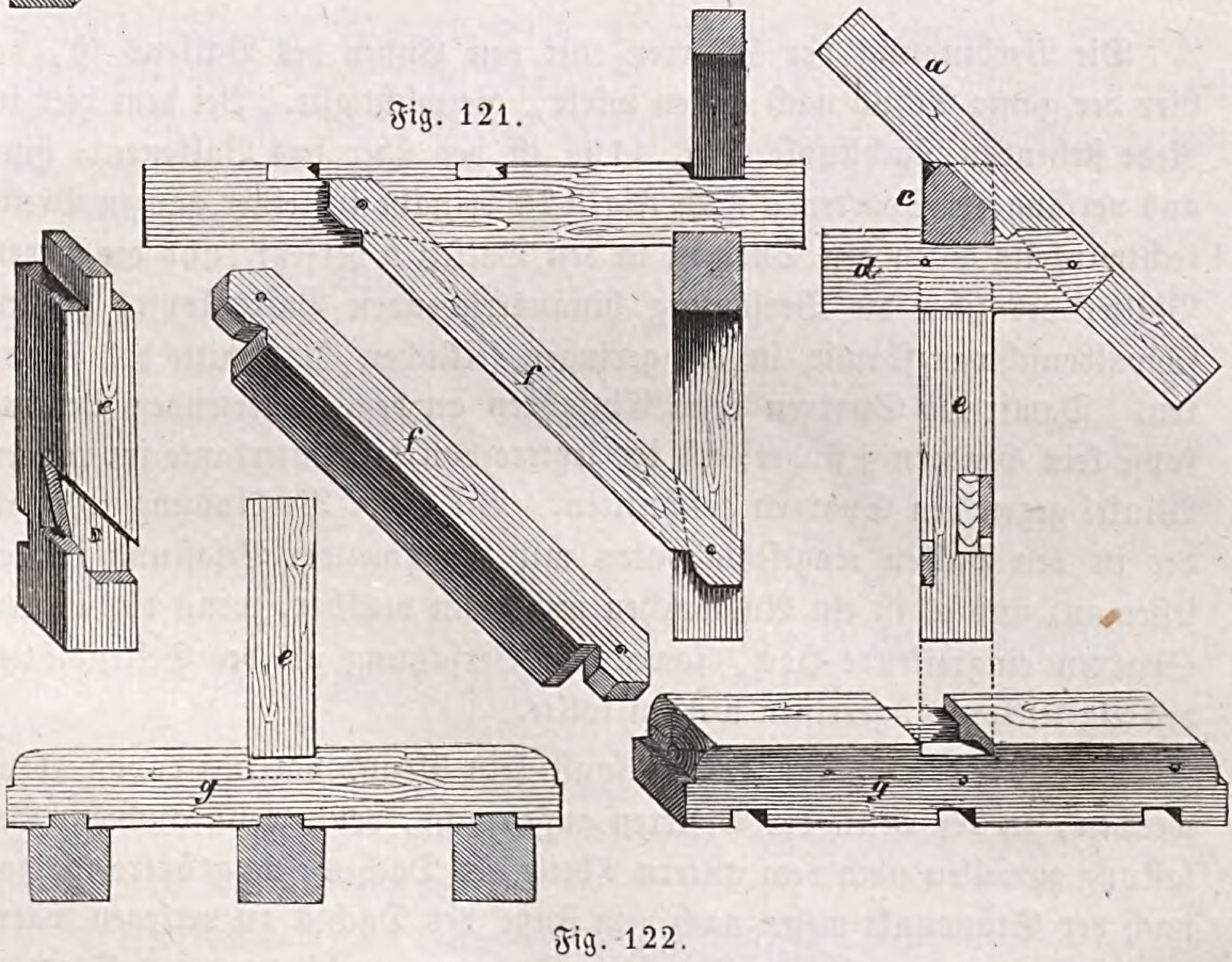
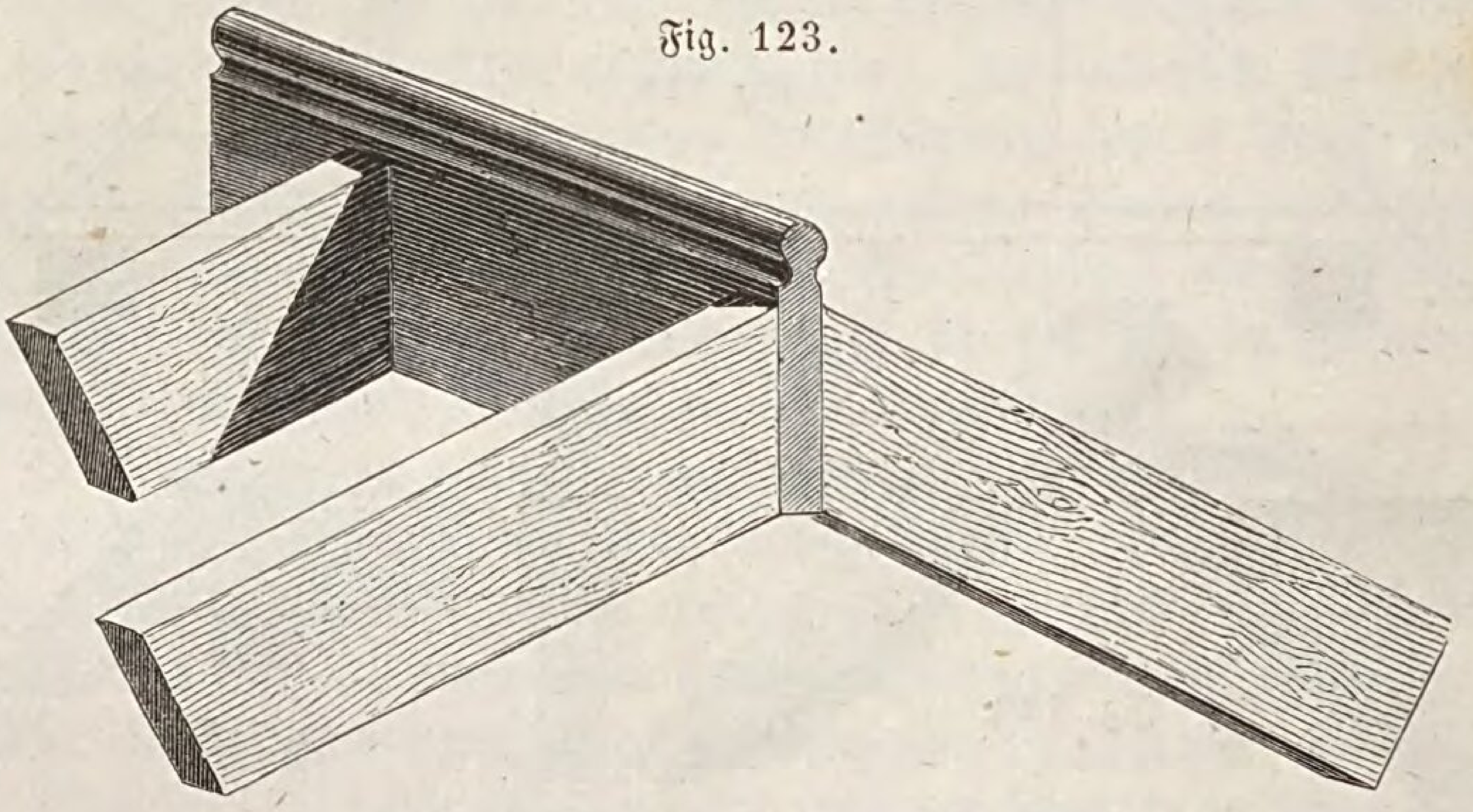


Fig. 122.

Aufgabe, welche bei der Construction der Dachstühle unverrückt im Auge zu behalten ist. Da die Sparren bei ihrem Zusammentreffen im First sich gegen einander stemmen, so ist das Ineinandergreifen an dieser Stelle von keiner Wichtigkeit, und es genügt der übliche Scherenzapfen vollkommen; bei sehr schmalen, aber hohen Sparren würde nach Fig. **123** der stumpfe Anschluß der Sparren an einem durchlaufenden Firstbohlen einer jeden Verbindung der Sparren unter sich vorzuziehen sein.

Fig. 123.



Die Verbindung der Sparren mit den Enden des Balkens ist, da hier der ganze Schub nach außen wirkt, die wichtigste. Bei dem hier in Rede stehenden Dachstuhle (Fig. **119**) ist der über das Balkenende hinaus verlängerte Sparren *a* nach Fig. **120** beinahe in seiner ganzen Breite rechtwinkelig gegen den Sparren in den Balken *b* versetzt, und die beiden Blätter des über die Versatzung hinausreichenden Balkenkopfes greifen schwalbenschwanzförmig in die geringen seitlichen Einschnitte des Sparren. Damit der Sparren beim Einfahren an dem vortretenden Balkenkopfe kein Hinderniß findet, ist der letztere von der Unterkante im rechten Winkel gegen den Sparren geschnitten. Bei dieser Verbindung setzt sich der in den Balken eingesetzte Haken mit zunehmender Belastung immer fester an, und es ist ein Ausweichen nur dann denkbar, wenn das in den Sparren eingreifende Holz, sowol der Versatzung als der Seitenblätter des Balkenkopfes, zerrissen werden sollte.

Die Pfette *c* wird, wenn sonst kein Grund vorliegt davon abzuweichen, in der Mitte der Sparren angebracht, denn wenn auch die Belastung zuweilen nach dem untern Theile des Daches eine größere ist, sonach der Stützpunkt mehr nach dem Fuße des Daches zu verlegen wäre, so nehmen dagegen in der Regel die Sparren, welche von den Stamm-

enden genommen werden, nach oben ab, und bedürfen deßhalb hier der Unterstützung mehr als der nach unten gekehrte stärkere Theil der Sparren. Das Verfahren, die Sparren auf die horizontale obere Fläche der Pfetten zu legen und zur Auflage den erforderlichen Holztheil aus dem Sparren zu nehmen, ist durchaus verwerflich, denn einmal kann der Sparren, wenn er nicht auf die Pfette genagelt wird, von seiner Unterlage ausweichen, und dann wird der Sparren, zum großen Nachtheil für seine Tragfähigkeit, überaus geschwächt. Aus Fig. 121 ist eine Verbindung der Sparren mit der Pfette ersichtlich, bei welcher der Sparren mit einem schwachen Einsatze, welcher oben rechtwinkelig geschnitten ist, sich in einen entsprechenden Ausschnitt der Pfette, gleich einer Ueberkämmung, einlegt, und von dieser Auflage nicht weichen kann, ohne die Pfette umzukanten. Da die Einschnitte an der Pfette nur da vorkommen, wo die Sparren aufliegen, so ist dadurch zugleich die Stellung der Sparren in einer senkrechten Ebene, somit ihre größte Tragfähigkeit, gesichert und das Aufschlagen ungemein erleichtert. Damit nun die Pfetten nicht nach außen umkanten können und ihre gleichmäßige Entfernung von einander gesichert erhalten werden kann, ist ein Spannriegel *d* darunter gelegt, welcher mit den Pfetten überkämmt ist und, über die Pfetten hinaus verlängert, mit dem Sparren durch Versatzung und einseitige schwalbenschwanzförmige Anblattung verbunden, nun als Zange wirkt und so ein zweites unverschiebliches Dreieck abschließt, welches den Seitenschub vom obern Theil des Dachstuhls in einen senkrechten Druck verwandelt.

Der Bundpfosten *e*, welcher zur Unterstützung der Pfette dient, wird nun nicht unmittelbar unter die Pfette *c*, sondern unter die Bundzange *d* nach Fig. 121 gesetzt und mit dieser durch einen Zapfen verbunden. Ist der Bundbalken *b* nach Fig. 119 auf geringe Entfernung von dem Bundpfosten unterstützt, so wird er unmittelbar auf den Balken gesetzt und in denselben verzapft; liegt aber der Bundbalken unter dem Pfosten auf bedeutender Entfernung frei, wie ebenfalls in Fig. 119 angegeben, so wird, um die Belastung auf mehrere Balken zu vertheilen, nach Fig. 122 quer über mehrere Balken eine besondere Schwelle, ein sogenannter Schuh gelegt, welcher mit den Balken überkämmt wird, und auf welchen dann der Bundpfosten zu stehen kommt. Durch die in Fig. 122 angegebene Versatzung des Bundpfostens nach seiner ganzen Stärke, verbunden mit dem Zapfen, ist die Stellung des Pfostens nach der Länge und Breite des Schuhes gesichert.

Hiermit wäre die Querverbindung des fraglichen einfach stehenden Dachbundes abgeschlossen und es erübrigt nur noch, zur Ver-

bindung der Bünde unter sich und zugleich zur Unterstützung der von Bund zu Bund nach der ganzen Ausdehnung des Daches fortlaufenden Pfetten, welche nun Dachpfetten heißen, eine möglichst unverschiebliche Längenverbindung herzustellen. Diese Längenverbindung wird erreicht durch die von den Bundpfosten *e* Fig. 121 aus nach der Pfette angesetzten Büge *f*. Diese Büge, welche als Unterstützung der Pfette dienen sollen, und deßhalb unter keinem größern Winkel als dem halben Rechten, welcher als Tragwinkel bezeichnet wird, von dem Pfosten aus angesetzt werden dürfen, werden gewöhnlich an dem obern und untern Ende um ein Geringes in Pfosten und Pfette versetzt und eingezapft. Diese übliche Verbindungsweise gewährt aber, da die ganze Festigkeit der Verbindung von dem eingetriebenen Nagel abhängt, durchaus keine große Sicherheit in Bezug auf die Längenverspannung. Werden die Büge nach Fig. 121 *e* und *f*, auf gleiche Höhe von dem Pfosten ausgehend, mit Versatzung auf die Hälfte der Pfostenstärke und Pfettenbreite eingreifend und über die Versatzung verlängert, mit wenig eingesetzten, aber vor den Pfosten und die Pfette tretenden Blatten schwalbenschwanzförmig überblattet, wobei die Büge mit der Ueberblattung und den entsprechenden Versatzungen vom Pfosten aus auf beiden Seiten angesetzt, jedesmal die Pfette zur Hälfte, aber von entgegengesetzter Seite, unterstützen, so wird die Längenverbindung eine unverschiebliche und die Unterstützung der Pfette eine nicht weniger zuverlässige sein als die durch Büge, welche zwar unter die Mitte gesetzt sind, aber auch zugleich, wegen der nöthigen tief eingreifenden Zapfen, die Pfette verschwächen.

a. Der stehende Dachstuhl mit Kehlgebälke unterscheidet sich von dem vorher beschriebenen stehenden Dachstuhle dadurch, daß zur Benutzung des obern Dachraums im Dachraume selbst ein Gebälke, welches Kehlgebälke heißt, eingelegt ist. Die Unterstützung der Sparren geht hier nach Fig. 124 von den Kehlbalken aus, und die von den Bundpfosten unmittelbar gestützten Pfetten liegen unter den Kehlbalken und werden dadurch zu Wandpfetten. Die Verbindung der Sparren mit den Bundbalken wäre unter sonst gleichen Umständen dieselbe wie bei dem vorigen Dachstuhle, und es ist nur hier zur Beleuchtung eines andern Falles angenommen, daß der Bundbalken den Gesimsvorsprung bildet und der Sparren zunächst der Außenkante des Balkenkopfes aufgesetzt sei. Der Sparren sitzt nach Fig. 125 in der Mitte des Balkens, ist auf seine ganze Breite innen durch Versatzung rechtwinkelig aufgeklaut, und der Zapfen geht bis zur Vorderkante durch. Die Verbindung der Sparren mit den Kehlbalken weicht nach Fig. 126 von der üblichen Verzapfung, deren Festigkeit

Fig. 124.

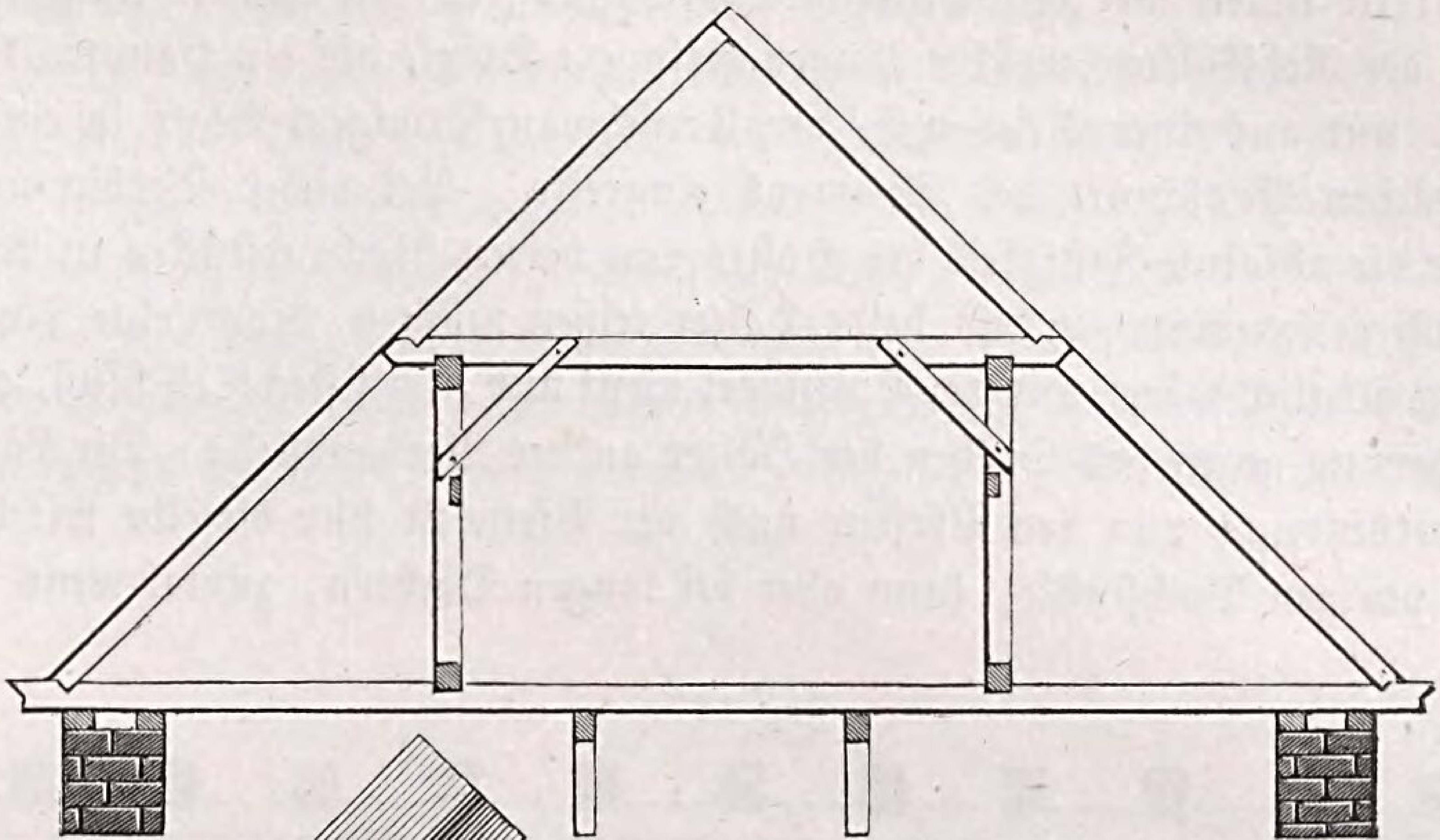


Fig. 125.

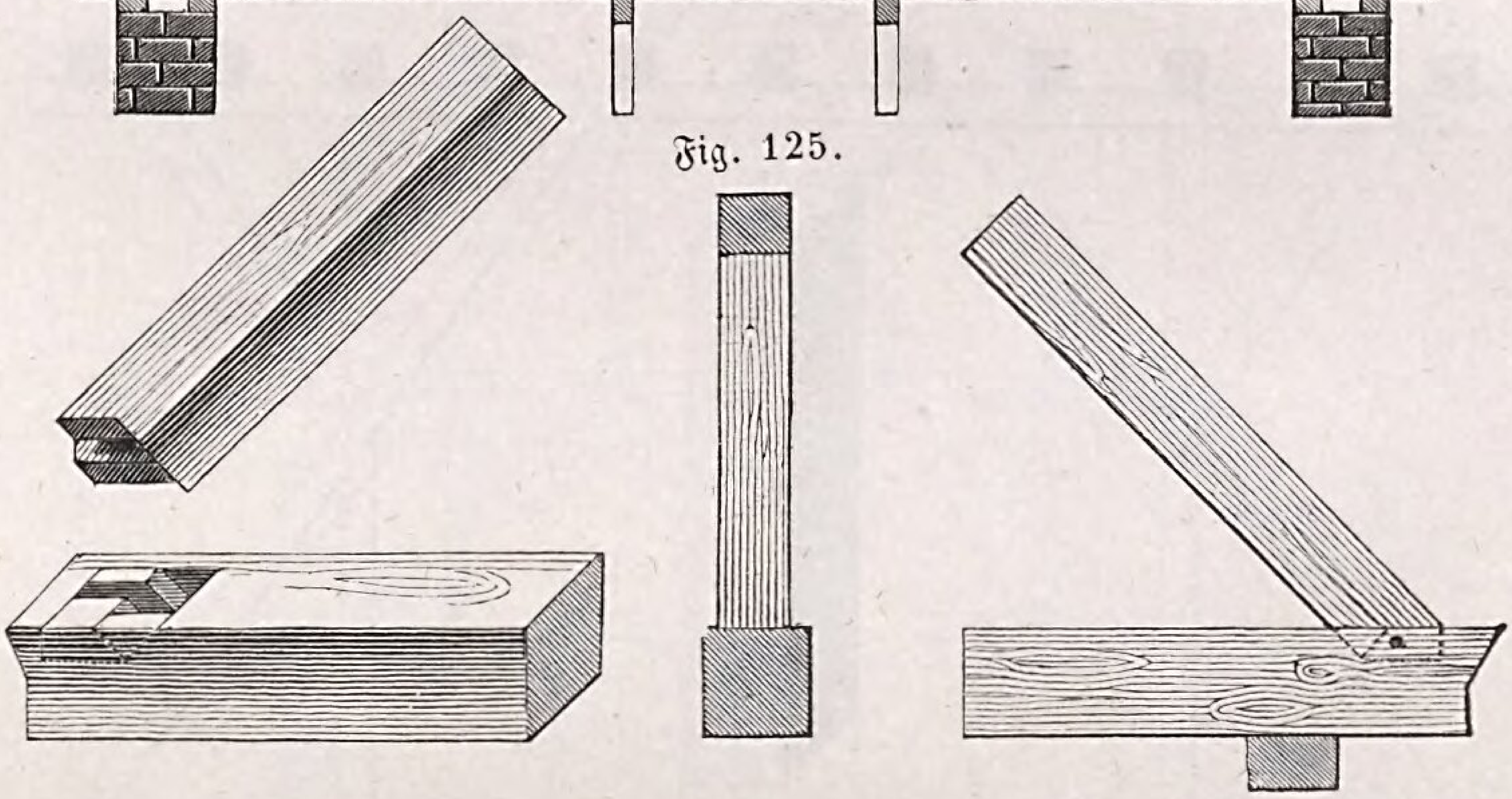
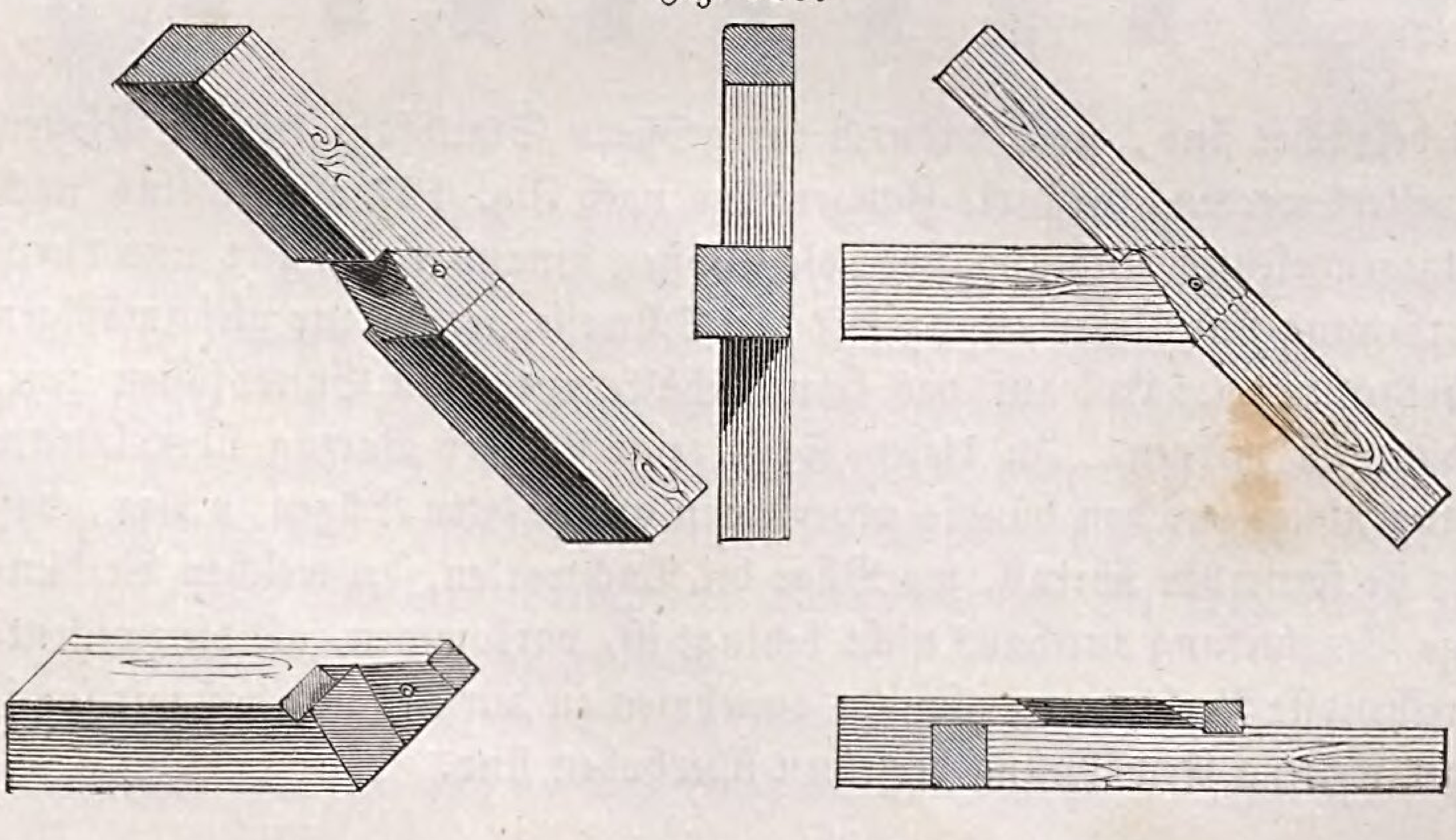
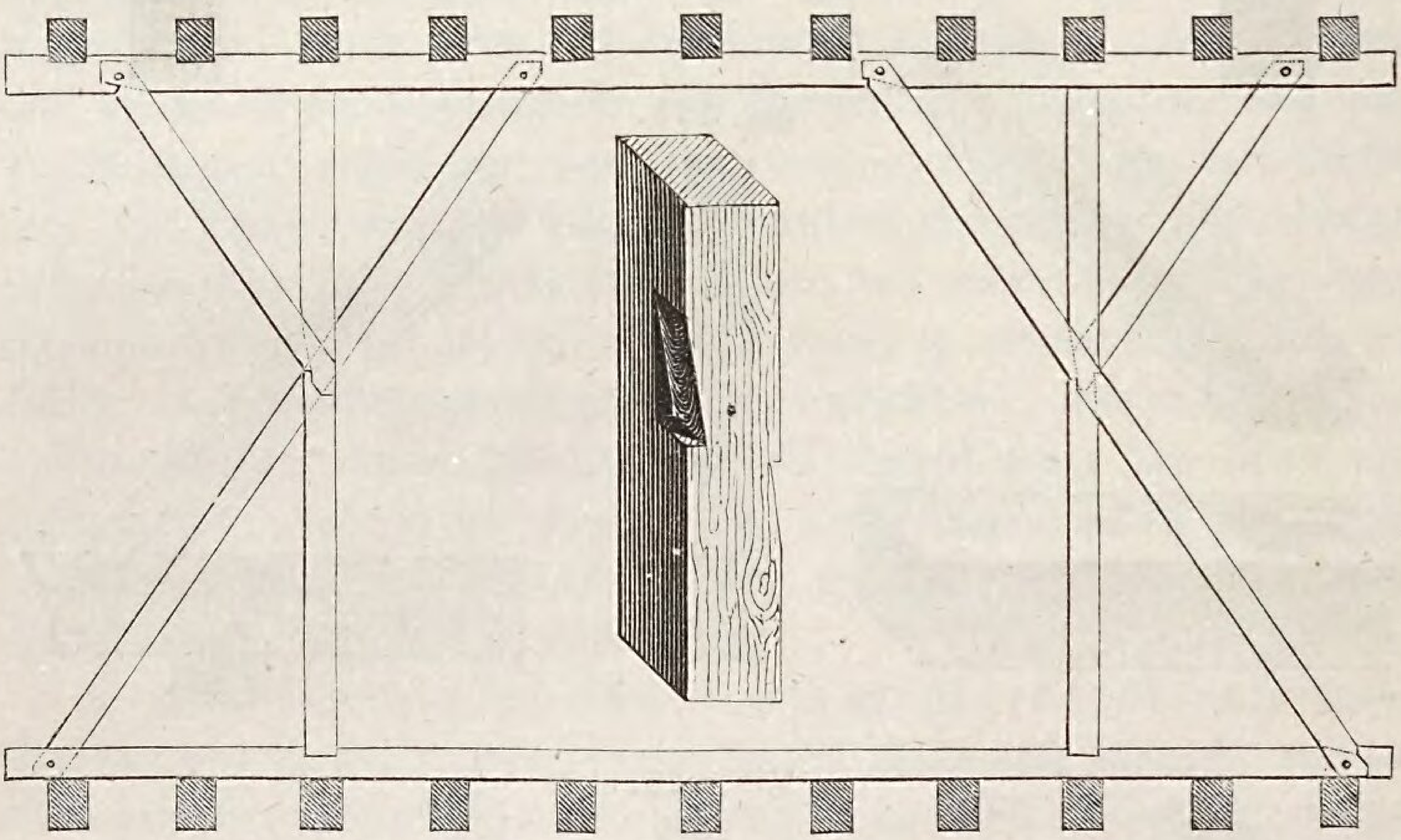


Fig. 126.



wieder nur von dem eingetriebenen Holznagel abhängt, darin ab, daß der Sparren innen mit rechtwinkeliger Versatzung in den Balken eingreift, und der Kehlbalken, welcher immer geringere Stärke als ein Hauptbalken hat, nur auf einer Seite mit schwalbenschwanzförmigem Blatt in einen schwachen Ausschnitt des Sparrens eingreift. Bei dieser Verbindung wird die absolute Festigkeit des Holzes von beiden Verbandstücken in Anspruch genommen, so daß beide Hölzer reißen müßten, bevor eine Trennung möglich wäre, und der Holznagel dient nur zum festen Beischluß, als Sicherung gegen das Drehen der Hölzer an der Verbandstelle. Die Längenverbindung von den Pfosten nach der Pfette ist hier dieselbe wie bei dem vorigen Dachstuhle, kann aber bei langen Dächern, zumal wenn es

Fig. 127.

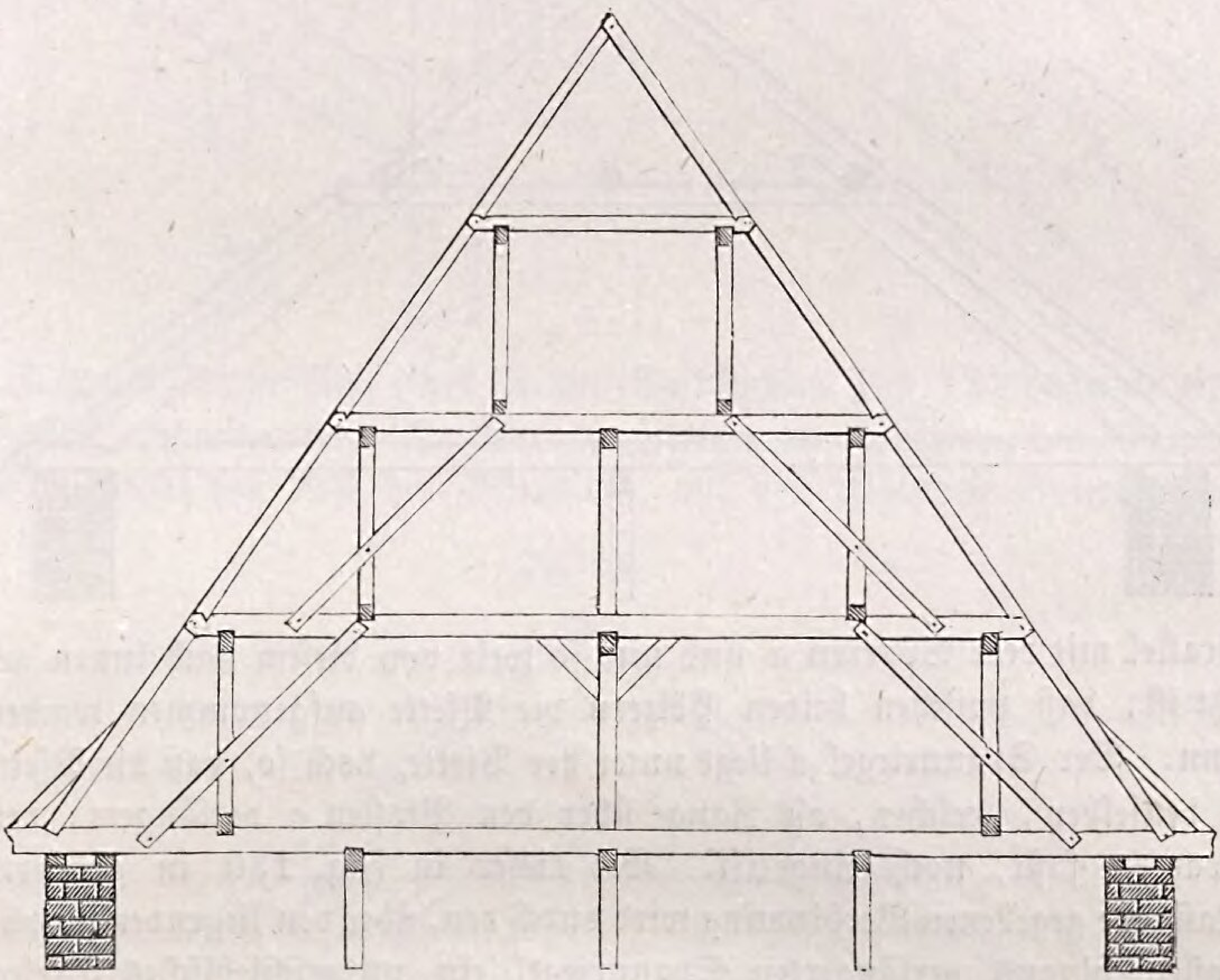


Giebeldächer sind, noch dadurch zur größern Standfähigkeit der Pfosten erweitert werden, daß die Zangenbüge nach Fig. 127 abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung über die Pfosten hinaus verlängert und durch Versatzung und Ueberlattung mit der Schwelle, welche zur gleichmäßigen Vertheilung der Last auf das Hauptgebälke unter den Bundpfosten liegt, verbunden werden. In diesem Falle zeigt sich der Vorzug überblatteter Zangenbüge vor den bündig untersetzten angezapften Bügen so klar, daß wir sie fernerhin überall, wo Büge bei Dachwerken, bei welchen die bündige Bearbeitung durchaus nicht bedingt ist, vorkommen, als die zweckentsprechendste Verbindung glauben annehmen zu dürfen, und daß wir somit einer weitern Erwähnung derselben überhoben sind.

Zur bessern Querverspannung sind in Fig. 124 noch Büge von den Bundpfosten nach dem Bandkehlbalken angenommen.

Unter doppelten, dreifachen 2c. stehenden Dachstühlen sind solche zu verstehen, bei welchen in der Höhe des Dachwerkes zwei, drei oder noch mehr Bundpfosten über einander vorkommen. Derartige überaus hohe Dachwerke können, wenn sie überhaupt noch zur Ausführung kommen, nur bei solchen Gebäuden Anwendung finden, bei welchen das Dachgebälke von Grund aus, unmittelbar unter den stehenden Bundwänden, ausreichend unterstützt werden kann. Fig. 128 giebt einen dreifachen

Fig. 128.

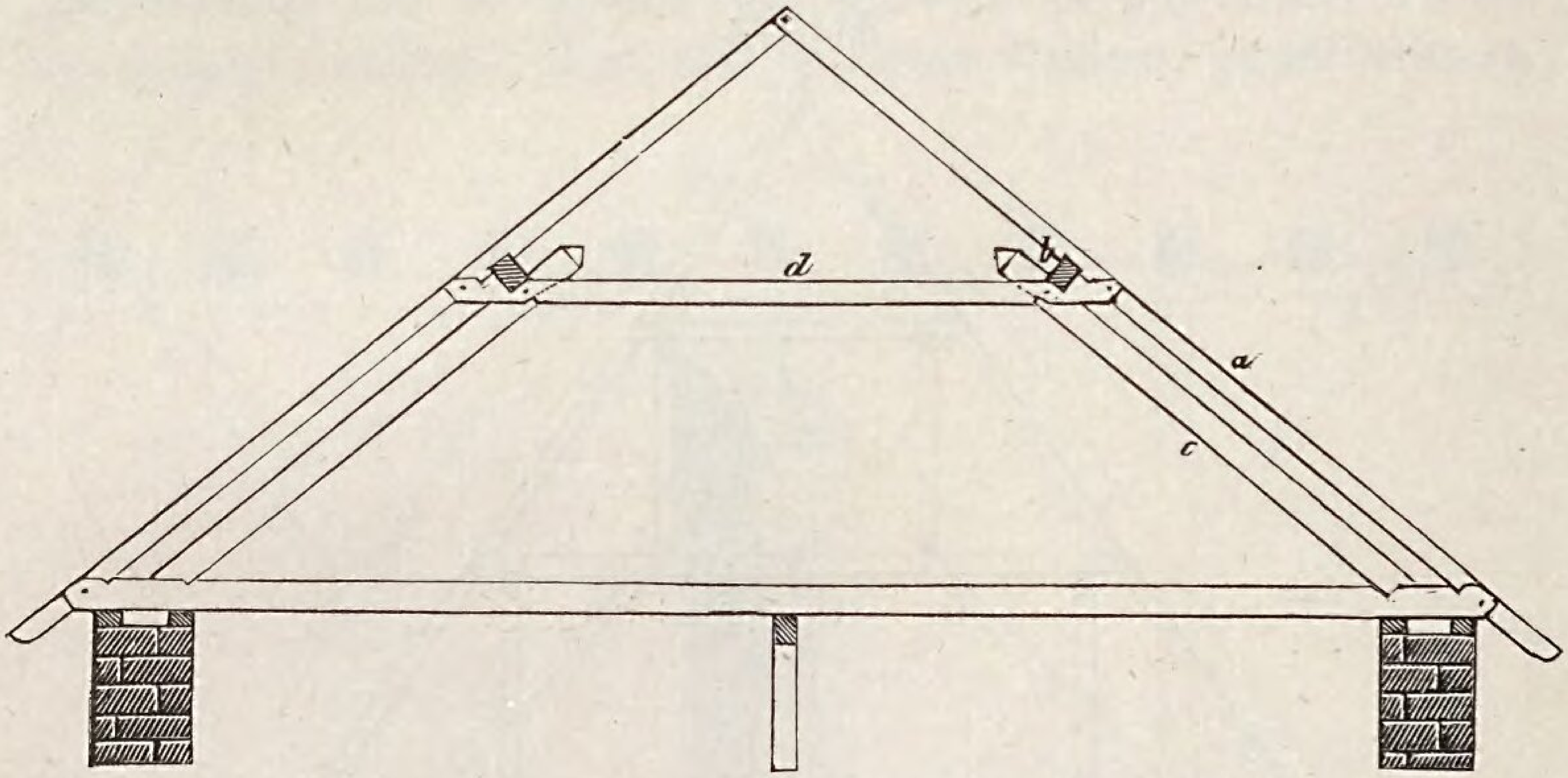


stehenden Dachstuhl, bei welchem nur die Querverbindnng angegeben ist. Durch Zangenbüge, welche bei bedeutender Spannweite doppelt über die Pfosten greifen, wird vom Hauptdachgebälke aus das erste Kehlgebälke, von diesem, durch eben solche Zangen, das zweite Kehlgebälke und von diesem aus das dritte Kehlgebälke unterstützt, und dadurch die Belastung der oberen Gebälke auf die darunter befindlichen übertragen. In den einzelnen Verbänden wiederholt sich das darüber in den zwei vorigen Beispielen Angeführte.

b. Der liegende Dachstuhl unterscheidet sich von dem stehenden Dachstuhle dadurch, daß zur Unterstützung der Dachpfetten keine senkrech-

ten Pfosten, welche das Dachgebälke nach innen belasten, angebracht sind, sondern daß von den Balkenenden aus, schräg gegen die Pfette, die Stützpfosten unter die Pfette greifen und durch ein dazwischen gespanntes Holz in ihrer Stellung erhalten werden. Nehmen wir wieder einen einfach liegenden Dachstuhl als Beispiel an, so haben wir zu unterscheiden, ob der Dachraum im Innern frei bleiben oder ein Kehlgebälke erhalten soll. In Fig. **129** ist ein einfach liegender Dachstuhl ohne Kehlgebälke dargestellt, bei welchem der zur Unterstützung der Pfette *b* angebrachte Pfosten *c*

Fig. 129.

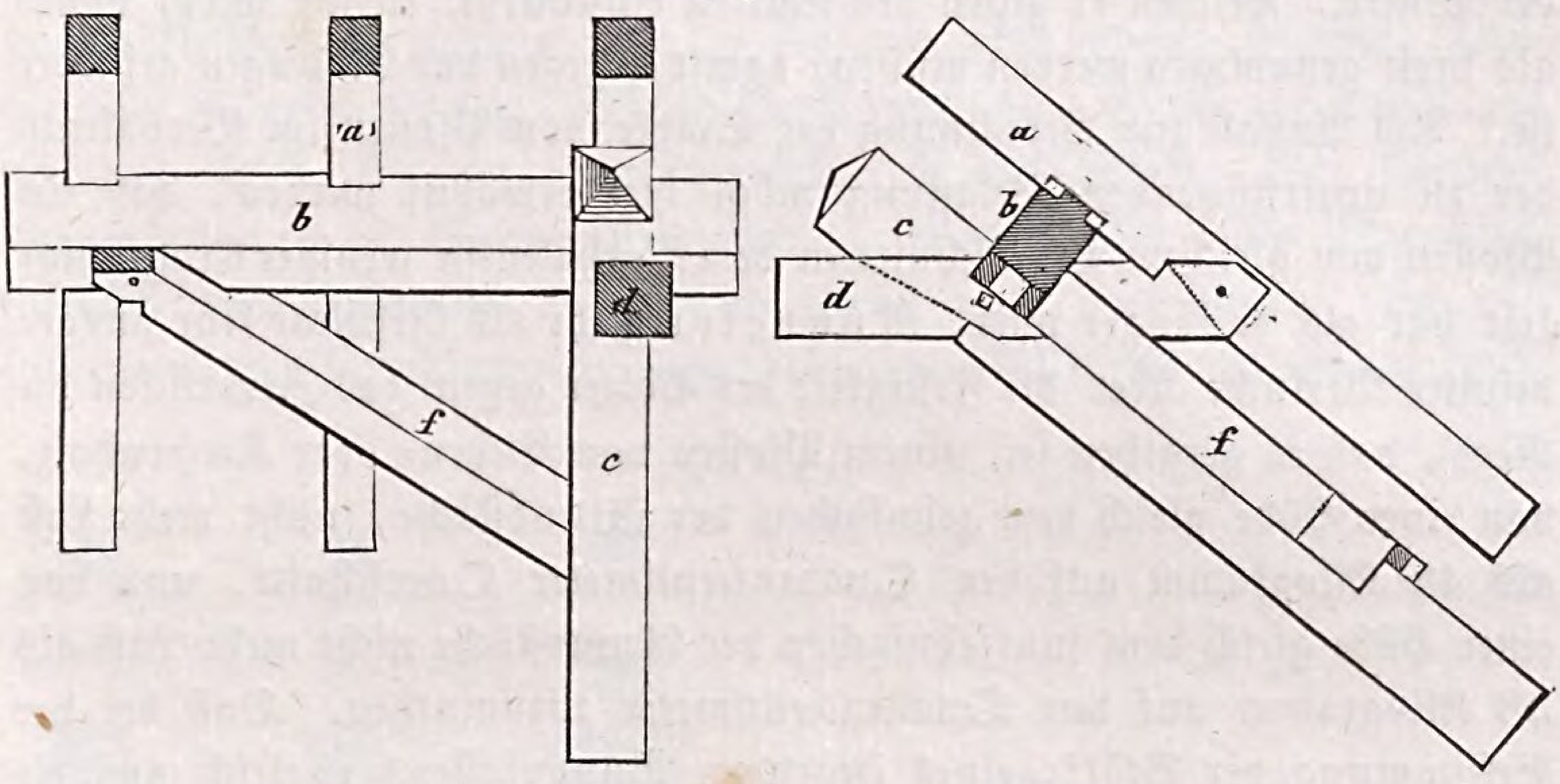


parallel mit dem Sparren *a* und nur so weit von diesem nach innen gesetzt ist, daß zwischen beiden Hölzern die Pfette aufgenommen werden kann. Der Spannriegel *d* liegt unter der Pfette, doch so, daß die Pfette in denselben, welcher, als Zange über den Pfosten *c* verlängert, den Sparren faßt, noch eingreift. Bei dieser in Fig. **130** in größerm Maßstabe gegebenen Verbindung wird durch den, über den liegenden Bundpfosten hinaus verlängerten Spannriegel ein unverschiebliches Dreieck abgeschlossen, welches auf die Unterstützung nur einen senkrechten Druck äußert, und die in den unteren Dreieckswinkeln von drei Hölzern fest eingeschlossene Pfette hat eine unveränderliche Auflage, und verbindet durch das Uebergreifen die darunter liegende Zange mit dem Pfosten und Sparren zu einem fest zusammenhängenden Ganzen. Zur Längenverbindung sind vom Pfosten nach der Pfette Zangenbüge angebracht, welche mit den vortretenden schwalbenschwanzförmigen Blatten auf der Rückseite vor dem Pfosten und auf der vordern Seite vor der Pfette vorstehen.

c. Der liegende Dachstuhl mit Kehlgebälke weicht darin von dem ähnlichen Dachstuhle ohne Kehlgebälke ab, daß die Sparren auf

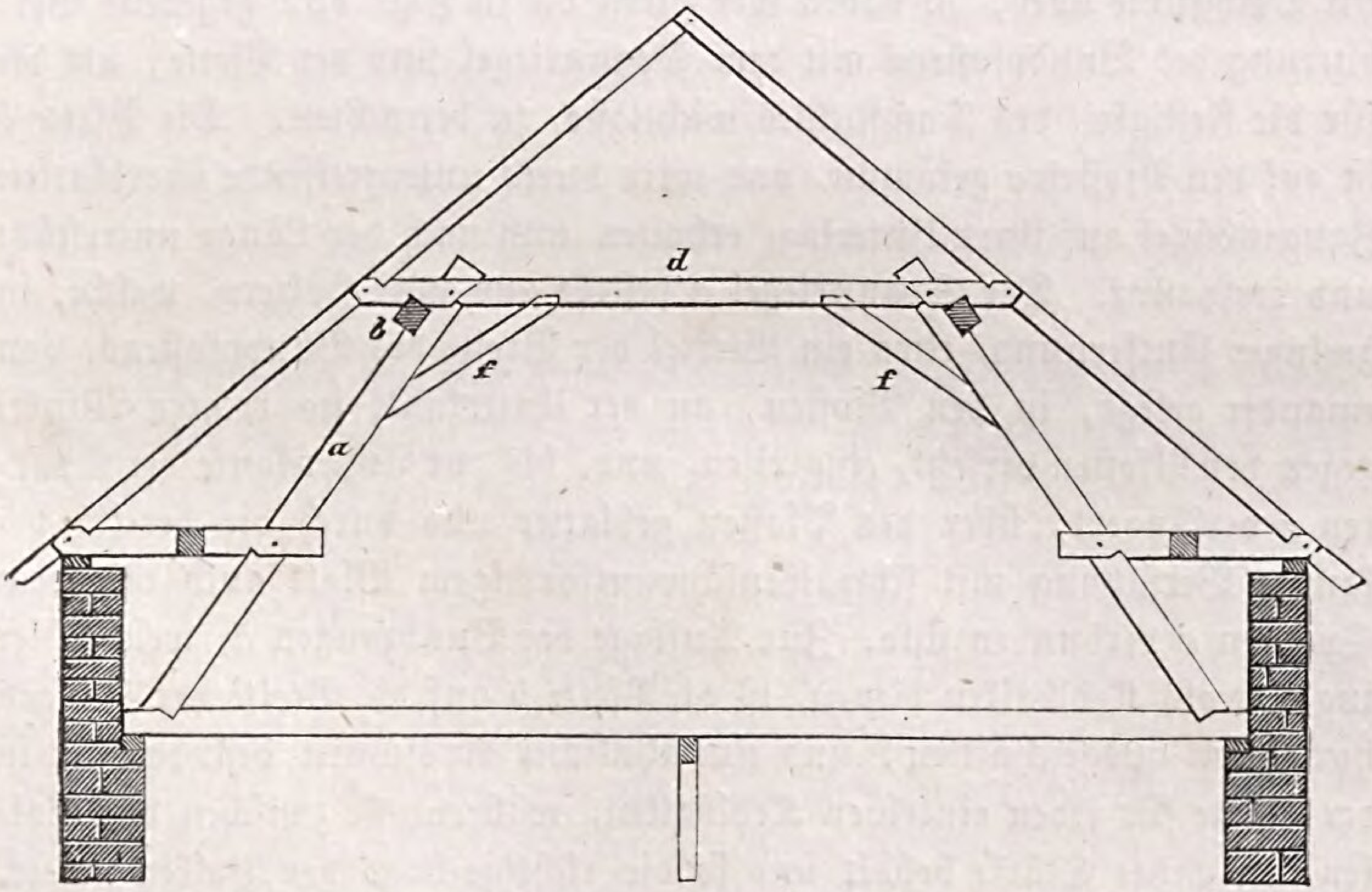
den Kehlbalken aufsitzen, und daß die Bundpfosten zur Unterstützung der unter den Kehlbalken angebrachten Wandpfetten dienen. Da die Kehlgebälke eine ausgedehntere Benutzung des Dachraumes zum Zwecke haben,

Fig. 130.



so ist in der Darstellung eines solchen Dachstuhles Fig. 131 zugleich ein Kniestock angenommen. Da hier die Pfetten die Belastung des Kehlgebälkes sammt der Last der Bedachung auf den liegenden Bundpfosten

Fig. 131.



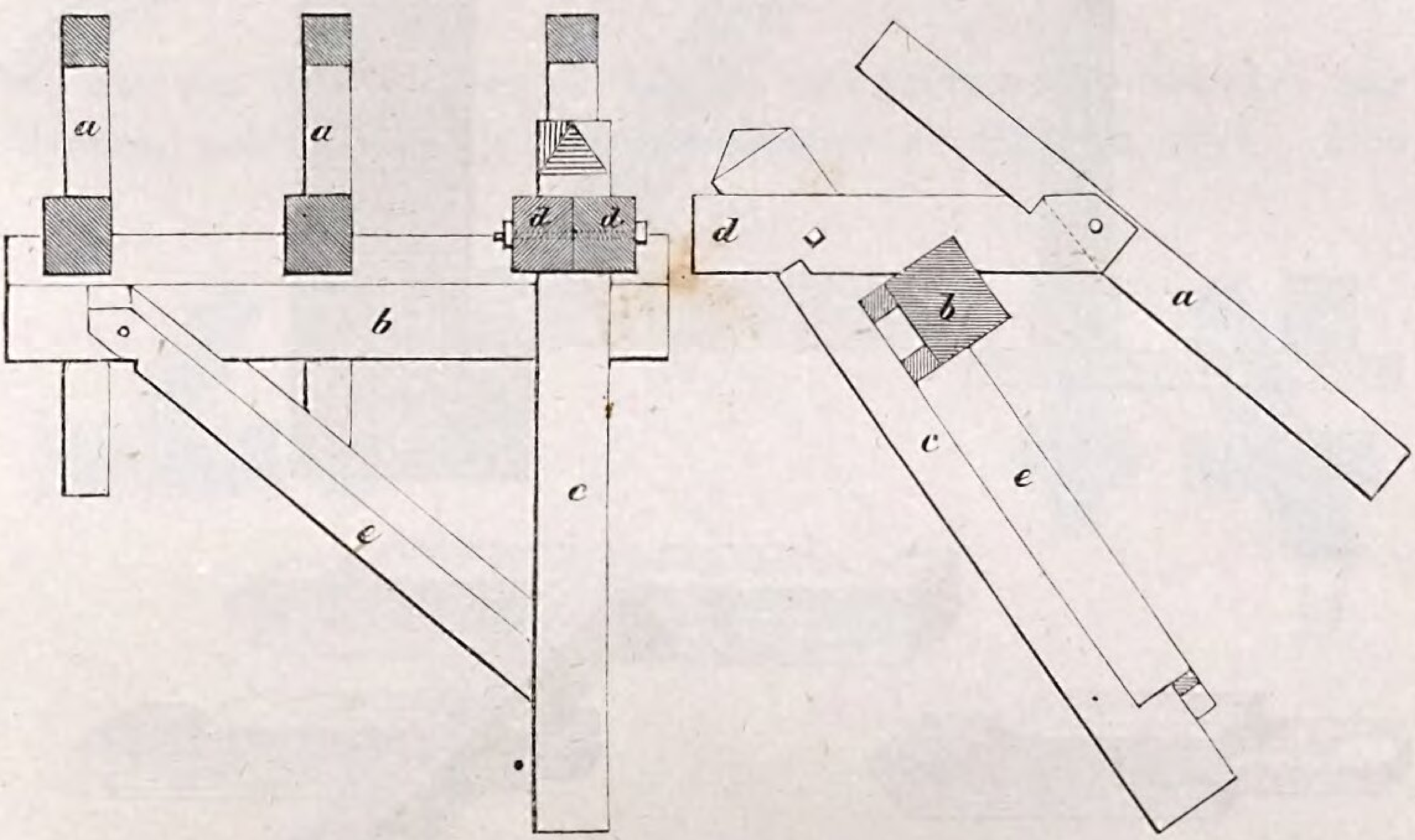
übertragen, so ist eine größere Stärke der Bundpfosten, so wie eine wirksamere Verspannung derselben nöthig als bei dem vorher betrachteten

liegenden Dachstuhle ohne Kehlgebälke. Wäre der Pfosten ein senkrecht stehender, so würde er als vierkantiger Pfosten die größte Tragfähigkeit haben, wenn der Querschnitt desselben ein Quadrat bildete; da er aber hier unter einem Winkel geneigt zu unterstützen hat, so wird er im Verhältniß als der Winkel, welchen er gegen den Balken einschließt, kleiner wird, höher als breit genommen werden müssen, damit er gegen das Einbiegen gesichert ist. Als Anhalt zur Berechnung der Stärke von Pfosten im Verhältniß der zu unterstützenden Belastung möge hier erwähnt werden, daß ein Pfosten von gleichem Querschnitt in dem Verhältnisse weniger Tragfähigkeit hat als er länger wird. Rondelet giebt als Resultat sehr ausgedehnter Versuche über die Festigkeit der Hölzer gegen das Zerdrücken die Regel, daß es gerathen sei, einem Pfosten von Eichen- oder Kiefernholz, von einer Höhe gleich dem zehnfachen der Grundfläche, nicht mehr Last als 48 Kilogramm auf den Quadratcentimeter Querschnitt, und von einer Höhe gleich dem funfzehnfachen der Grundfläche nicht mehr Last als 38 Kilogramm auf den Quadratcentimeter zuzumuthen. Daß bei der Bestimmung der Stärke eines liegenden Bundpfostens zugleich auf die Verschwächung desselben durch die unterhalb der Pfette vorkommenden Verbindungen Rücksicht genommen werden muß, kann hier nicht unerwähnt bleiben.

Gehen wir nun zu den Verbindungen an dem in Fig. 131 dargestellten Dachstuhle über, so haben wir zuerst die in Fig. 132 gegebene Verbindung des Bundpfostens mit dem Spannriegel und der Pfette, als die für die Festigkeit des Dachstuhles wichtigste, zu betrachten. Die Pfette *b* ist auf den Pfosten *c* gekämmt, und wird durch untergreifende überblattete Zangenbügel auf ihrer Unterlage erhalten und nach der Länge unterstützt und verspannt. Der Spannriegel *d* besteht aus zwei Hölzern, welche, in geringer Entfernung, etwa ein Viertel der Breite des Bundpfostens, von einander gelegt, in den Pfosten, an der Unterkante im rechten Winkel gegen den Pfosten versetzt, eingreifen, und, bis zur Außenkante der Sparren *a* verlängert, über den Pfosten geblattet und durch die bereits bekannte Versatzung mit schwalbenschwanzförmigem Blatt auch mit dem Sparren *a* verbunden sind. Zur Auflage der Bundzangen *d*, welche hier zugleich als Kehlbalken dienen, ist die Pfette *b* auf die Breite der Zangen horizontal ausgeschnitten, und ein ähnlicher Ausschnitt befindet sich in der Pfette für jeden einzelnen Kehlbalken, während sie zwischen den Balken ihre ganze Stärke behält und so die richtige Lage der Balken sichert. Zur Querverspannung geht vom Bundpfosten ein auf seine ganze Breite versetzter Bug *f* gegen die Bundzangen *d d* mit einem durch den Zwischen-

raum beider Zangen gehenden Scherenzapfen, welcher mit den Zangen vernagelt wird. Bei dieser Verbindung bilden wieder die Hölzer ein unverschiebliches Ganze, und der Seitenschub der Sparren ist durch den festen Anschluß der Sparren in einen senkrechten Druck verwandelt. Wie bei dem Bunde die verlängerten Spannriegel, so greifen auch die Zwischenkehlbalken als Zangen über die Sparren und haben, auf einer Seite mit dem Sparren bündig, dieselbe Versatzung, so daß alle Sparrenpaare mit den Kehlbalken ein unverschiebliches Dreieck bilden. Der liegende Bundpfosten ist als Strebe zu betrachten, es wird also dessen Eingreifen zunächst dem Ende des Hauptbundbalkens nach dem darüber bei den Sprengwänden Erwähnten zu behandeln sein. Es bleibt sonach nur noch

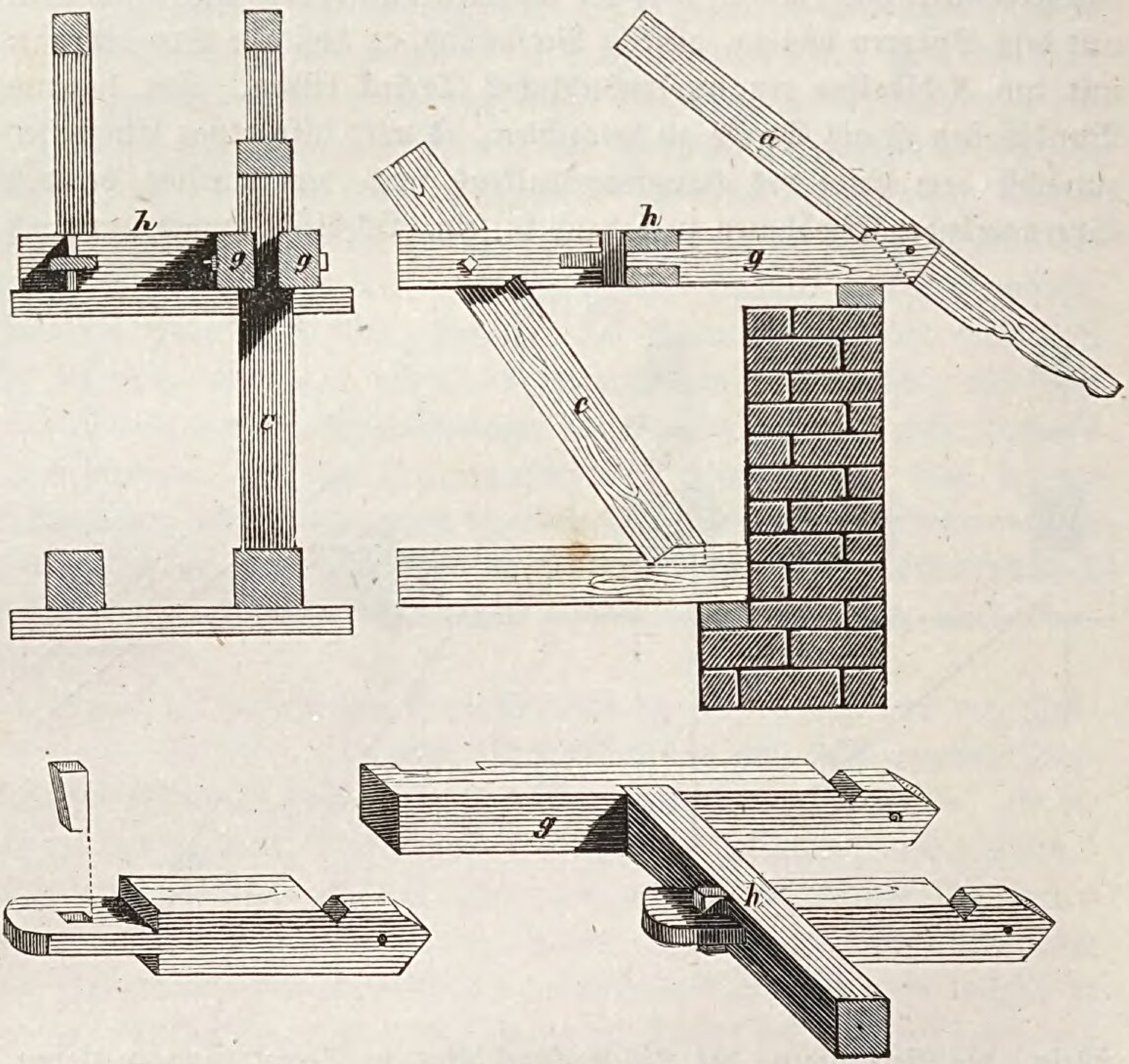
Fig. 132.



übrig, die Verbindung des Kniestocksgebälkes in Betrachtung zu ziehen. Nehmen wir an, daß die Sparren oberhalb des Kehlgebälkes keinen Seitenschub äußern können, so wird doch immerhin noch, wegen der unvermeidlichen Senkungen des Kehlgebälkes, ein Seitenschub der Sparren auf das Kehlgebälke angenommen werden müssen. Es ist deßhalb, nach Fig. 133, durch zwei über den Bundpfosten *c* hinaus verlängerte und mit dem Bundpfosten schwach überblattete Zangenbalken *g* das Kniestockgebälke mit zu dem Bunde gezogen. In diese Zangenbalken auf bereits bekannte Art versetzte Wechselbalken *h* nehmen die Stichbalken auf, welche hier mit durchgehenden Blattzapfen und innen vorgetriebenem Keile mit dem Wechselbalken fest verbunden sind.

Bei dem doppelten oder mehrfach über einander liegenden Dachstuhle bleiben die Verbindungen dieselben, wie bei dem einfach liegenden; doch tritt dabei der Fall ein, daß bei großer Entfernung der Bundpfetten die Kehlbalken noch einer Unterstützung in der Mitte bedürfen. Zu dem Ende

Fig. 133.

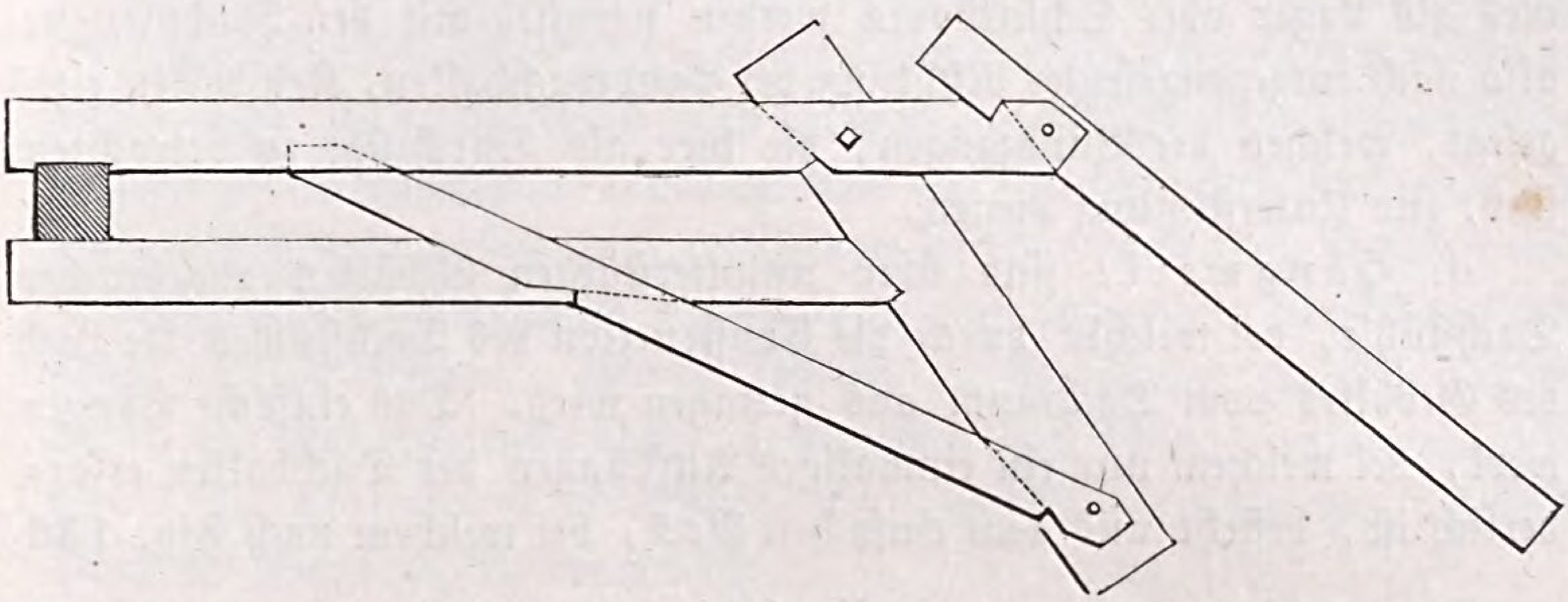


wird nach Fig. 134 ein zweiter Spannriegel in solcher Entfernung von den Kehlbalken eingelegt, daß darauf das zur Unterstützung der Kehlbalken erforderliche Längeholz, welches Brustriegel genannt wird, eingelegt werden kann. Dieser untere Spannriegel wird nun vom Bundpfosten aus durch Büge unterstützt, am sichersten durch doppelte Zangenbüge, welche, über den untern Spannriegel verlängert, bis unter den obern Spannriegel geführt werden.

Fig. 135 stellt einen ausgeführten doppelt liegenden Dachstuhl mit Kniestock dar, bei welchem der Bund so construirt ist, daß der Dachraum verschieden, und zwar entweder auf die ganze Höhe des Dachwerks frei

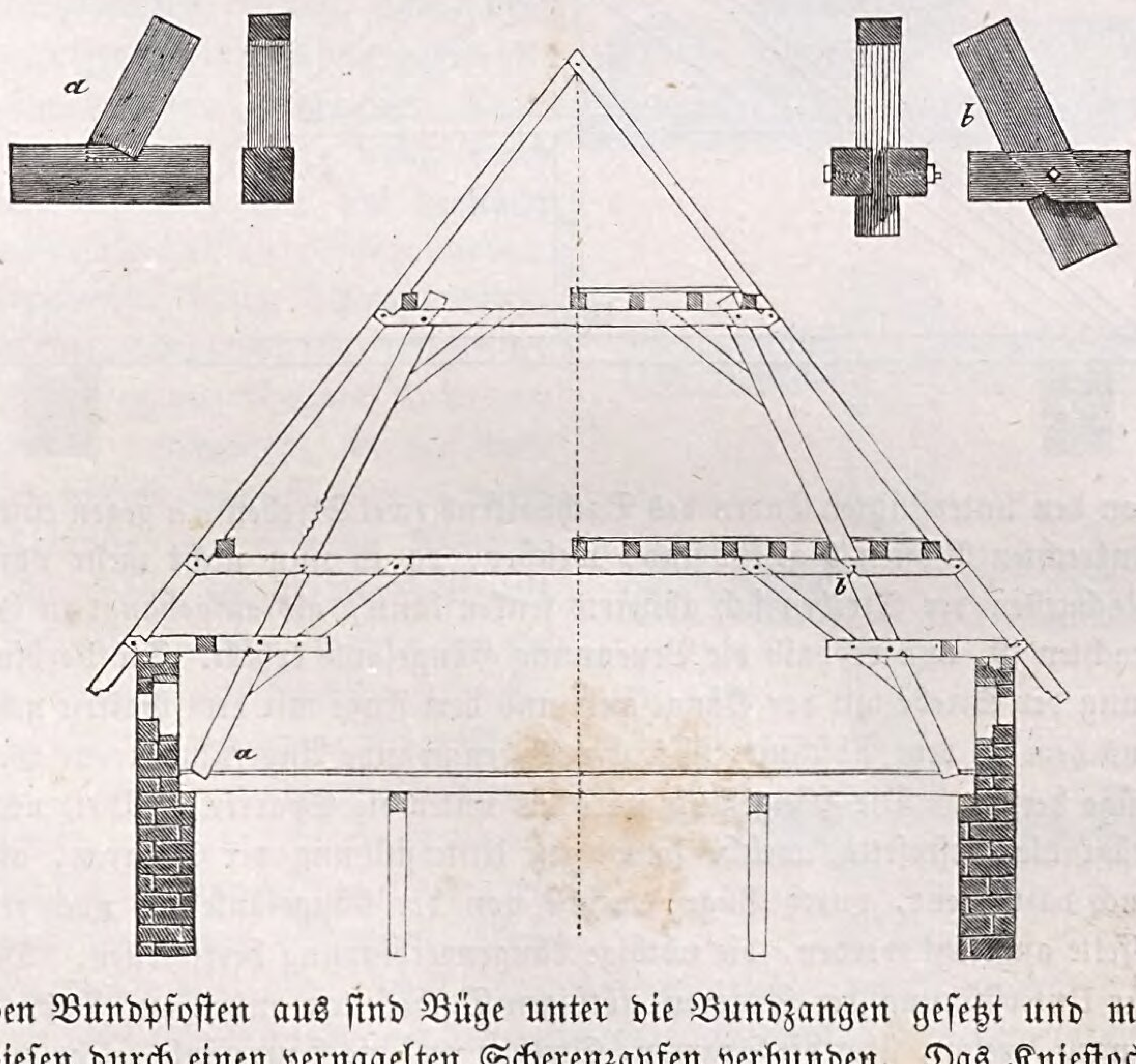
als Trockenboden, oder in drei Abtheilungen als Lagerraum benutzt werden kann. Die liegenden Bundpfosten gehen bis unter die obere Dachpfette aus einem Stücke durch, und sind, zur Unterstützung der Dachpfet-

Fig. 134.



ten und um ihre Stellung zu sichern, von doppelten Bundzangen umschlossen, welche, über die Pfetten verlängert, die Sparren fassen. Von

Fig. 135.

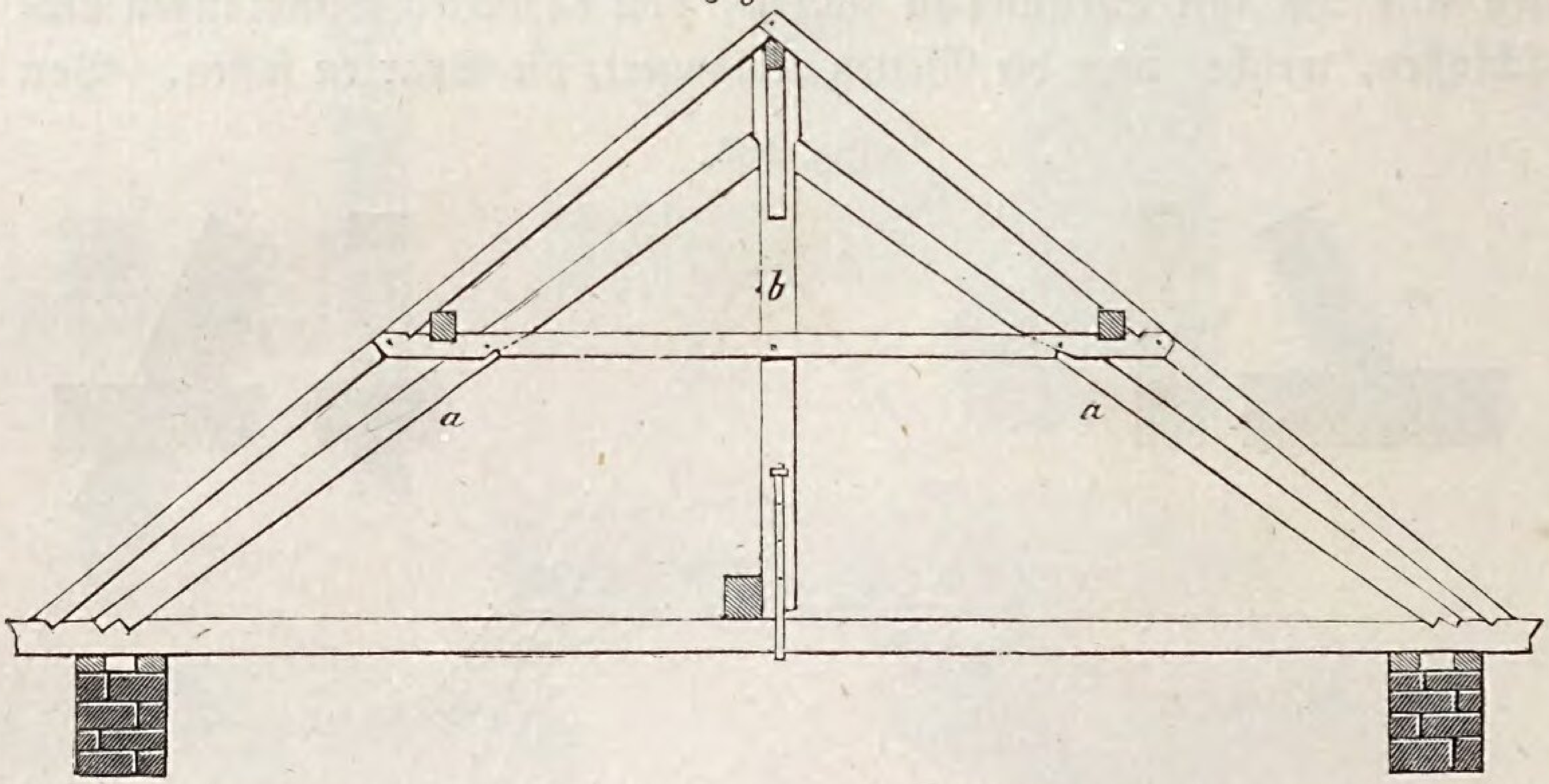


den Bundpfosten aus sind Büge unter die Bundzangen gesetzt und mit diesen durch einen vernagelten Scherenzapfen verbunden. Das Kniestock-

gebälke ist, wie im vorigen Beispiele angegeben, durch doppelte Zangenbalken an den Bundpfosten befestigt. Die Bundconstruction entspricht also dem liegenden Dachstuhl ohne Kehlgebälke, und hindert eine freie Benutzung des Dachraumes auf die ganze Höhe nicht. Zur Benutzung des Dachraumes als Lager oder Schüttboden werden parallel mit den Dachpfetten, also nach entgegengesetzter Richtung der Hauptdachbalken, Kehlbalken eingelegt, welchen die Bundzangen, die hier als Durchzüge zu betrachten sind, zur Unterstützung dienen.

d. Hängwerke sind über ununterstützten Gebälken angebrachte Dachstühle, bei welchen durch die Construction des Dachstuhles die Last des Gebälkes vom Dachraum aus getragen wird. Das einfache Hängewerk, bei welchem nur ein einmaliges Aufhängen der Dachbalken erforderlich ist, besteht aus dem einfachen Bock, bei welchem nach Fig. **136**

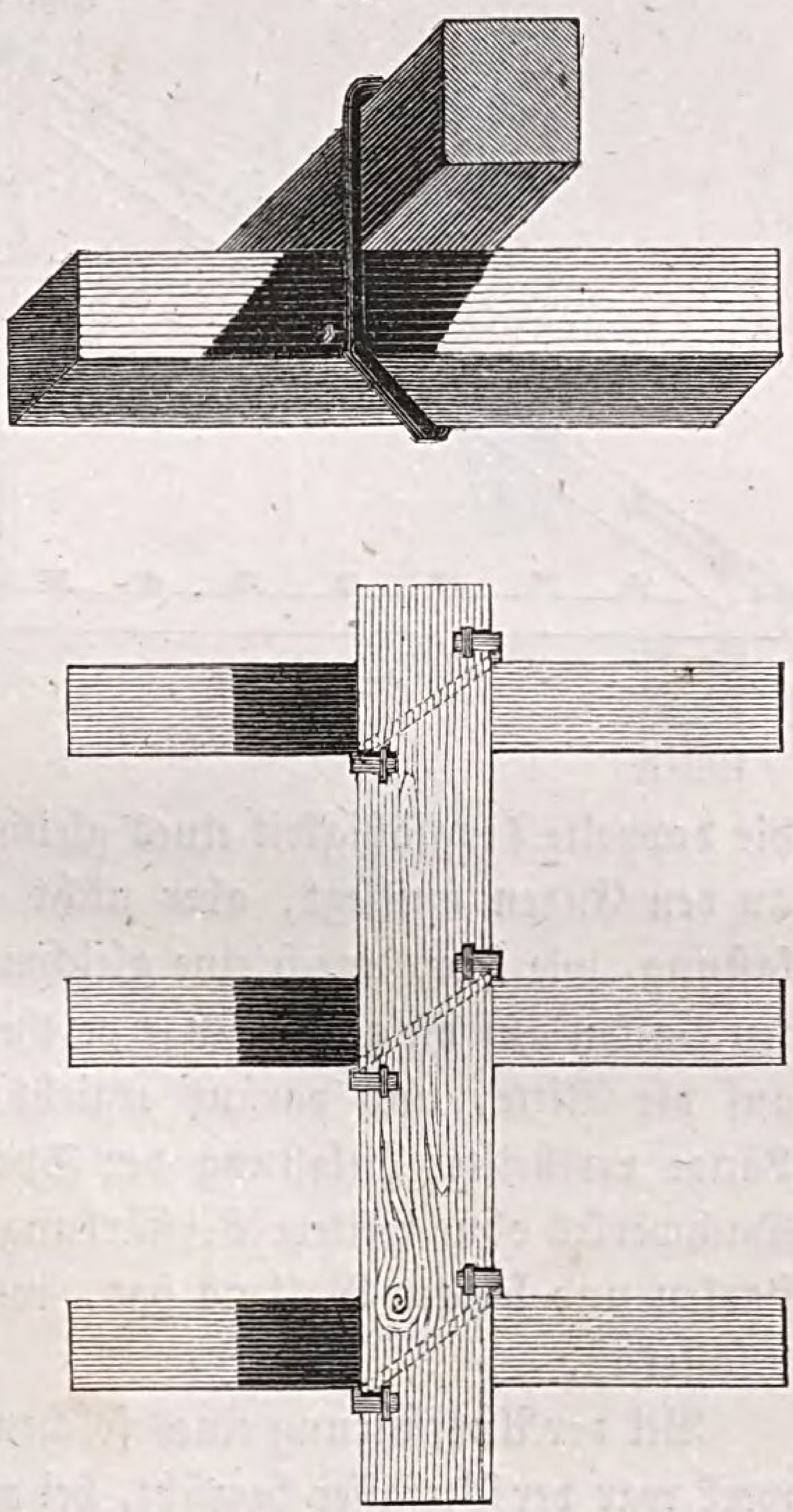
Fig. 136.



von den unterstützten Enden des Dachbalkens zwei Streben *a a* gegen einen senkrechten Pfosten *b* gesetzt sind, welcher, da er nun nicht mehr ohne Nachgeben der Streben sich abwärts senken kann, als aufgehängt zu betrachten ist, und deßhalb die Benennung Hängesäule erhält. Die Verbindung der Strebe mit der Hängesäule und dem Fuße mit dem Balken geht aus dem in dem Abschnitt über die Sprengwände Angeführteu zur Genüge hervor. Die Hängesäule wird bis unter die Sparren geführt, und trägt die Firstpfette, welche sowol zur Unterstützung der Sparren, als auch dazu dient, durch Büge, welche von der Hängesäule aus nach der Pfette angesetzt werden, die nöthige Längenverbindung herzustellen. Die zur Unterstützung der Sparren nöthigen Dachpfetten ruhen auf Doppelzangen, welche, über die Sparren, Streben und die Hängesäule gelegt und

mit diesen Verbandstücken durch Ueberblattung verbunden, die Streben durch Abknüpfung in kürzere Theile verstärken und durch Abschluß eines unverschieblichen Dreiecks den Seitenschub vermindern. Es ist hier das übliche Aufhängen eines unterhalb dem Bundbalken befindlichen Durchzuges vermieden, und es ist das Hängeeisen von der Hängesäule aus um den Bundbalken gelegt, so daß der Durchzug neben der Hängesäule auf dem Bundbalken ruht. Auf diese Weise wird die volle Tragfähigkeit sowol des Bundbalkens als des Durchzuges erhalten, und der Durchzug kann aus einzelnen Balken bestehen, welche nicht gestoßen zu werden brauchen, sondern von Bund zu Bund abwechselnd auf die linke oder rechte Seite der Hängesäule gelegt werden können. Hierbei können die Durchzüge auf der ganzen Breite des Bundbalkens ruhen, ja über denselben hinaus verlängert werden. Die Entfernung der Bünde wird bei Hängewerken hauptsächlich durch die Tragfähigkeit der Durchzüge, an welche die Balken durch Eisenbänder oder Schrauben in der Zwischenweite der Bünde aufgehängt werden, bedingt, und ist deßhalb jede Verschwächung der Durchzüge sorgfältig zu vermeiden. Demnach sind Schrauben, welche durch den Durchzug und den darunter befindlichen Balken gebohrt werden, immer nachtheilig. Schwache Eisenbänder, welche nach Fig. **137** bei der Ueberkreuzung diagonal unter dem Balken durchgehen, an den Balken seitlich anschließen und, durch Drehung in senkrechter Richtung fortgeführt, sich an die Seiten des Durchzugs legen, werden an der Oberkante des Durchzugs rechtwinkelig umgebogen, auf der Oberfläche derselben durch Krampen, welche vor einen erhöhten Rand der Umbiegung eingetrieben werden, mit dem Durchzuge verbunden. Diese sind um so mehr den üblichen Schrauben vorzuziehen, weil sie zugleich weniger kostspielig sind. Bei der Schraube trägt nur das Schraubengewinde, sie

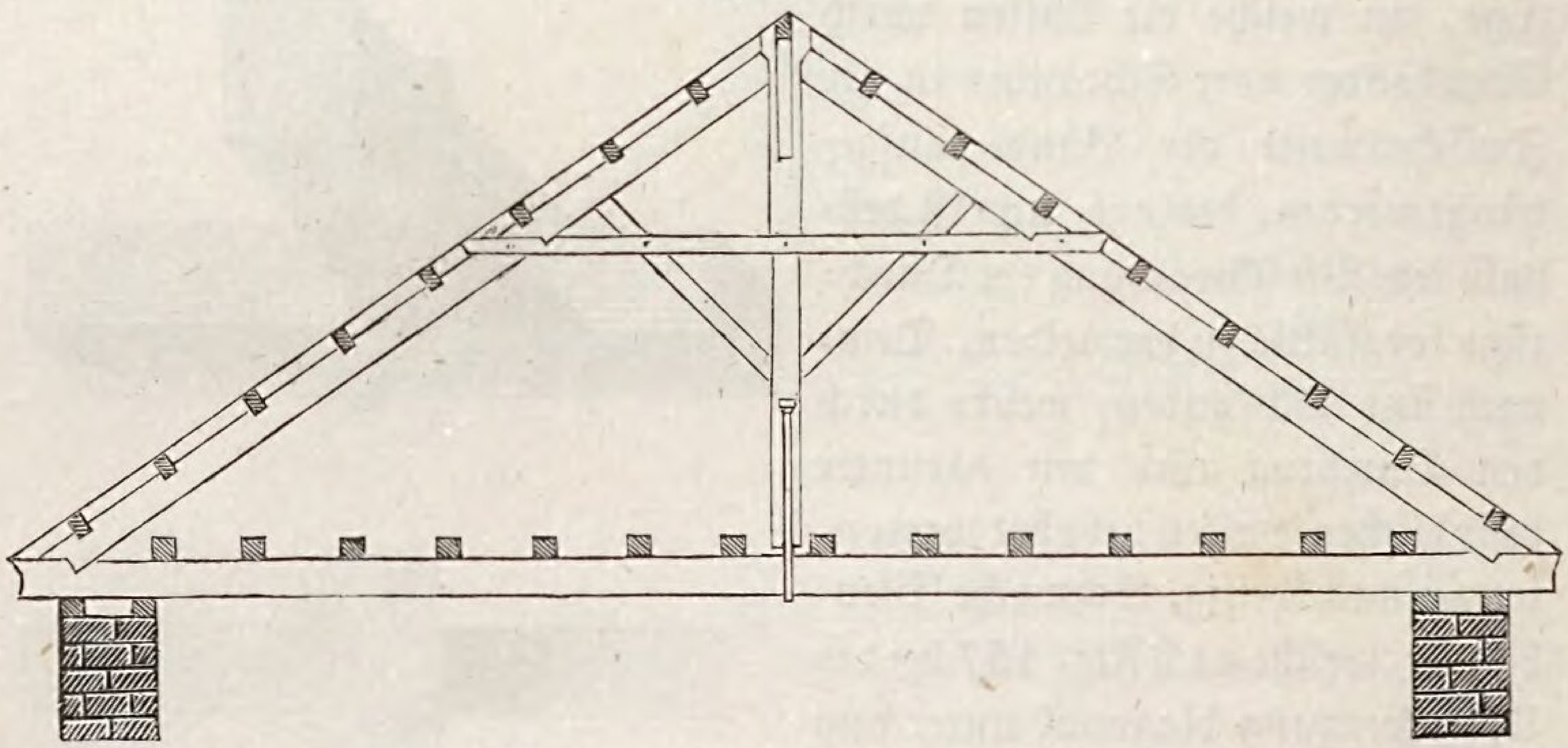
Fig. 137.



muß deßhalb stark genommen werden; bei dem erwähnten Eisenband steht die Tragfähigkeit im Verhältnisse des ganzen Querschnitts und ist im geringsten Fall durchschnittlich zu 100 Centner auf den Quadratzoll Querschnitt auzunehmen.

Wird das einfache Hängewerk bei Pfettendächern, welche zur Unterstützung und Befestigung des Deckmaterials statt der auf den Balkenenden aufgesetzten und in einer senkrechten Ebene liegenden Sparrenpaare horizontale Deckpfetten haben, angewendet, so dienen die beiden Streben zugleich zur Auflage der Deckpfetten. Fig. 138 stellt ein solches Pfettendach mit einfachem Hängewerk dar, bei welchem der Bundbalken die Stelle des Durchzugs vertritt, über welchem die Balken nach entgegengesetzter Richtung liegen. Da der Bundbalken an beiden Enden fest eingespannt wird, so ist er ein vollkommener Spannbalken, und hat als solcher schon

Fig. 138.



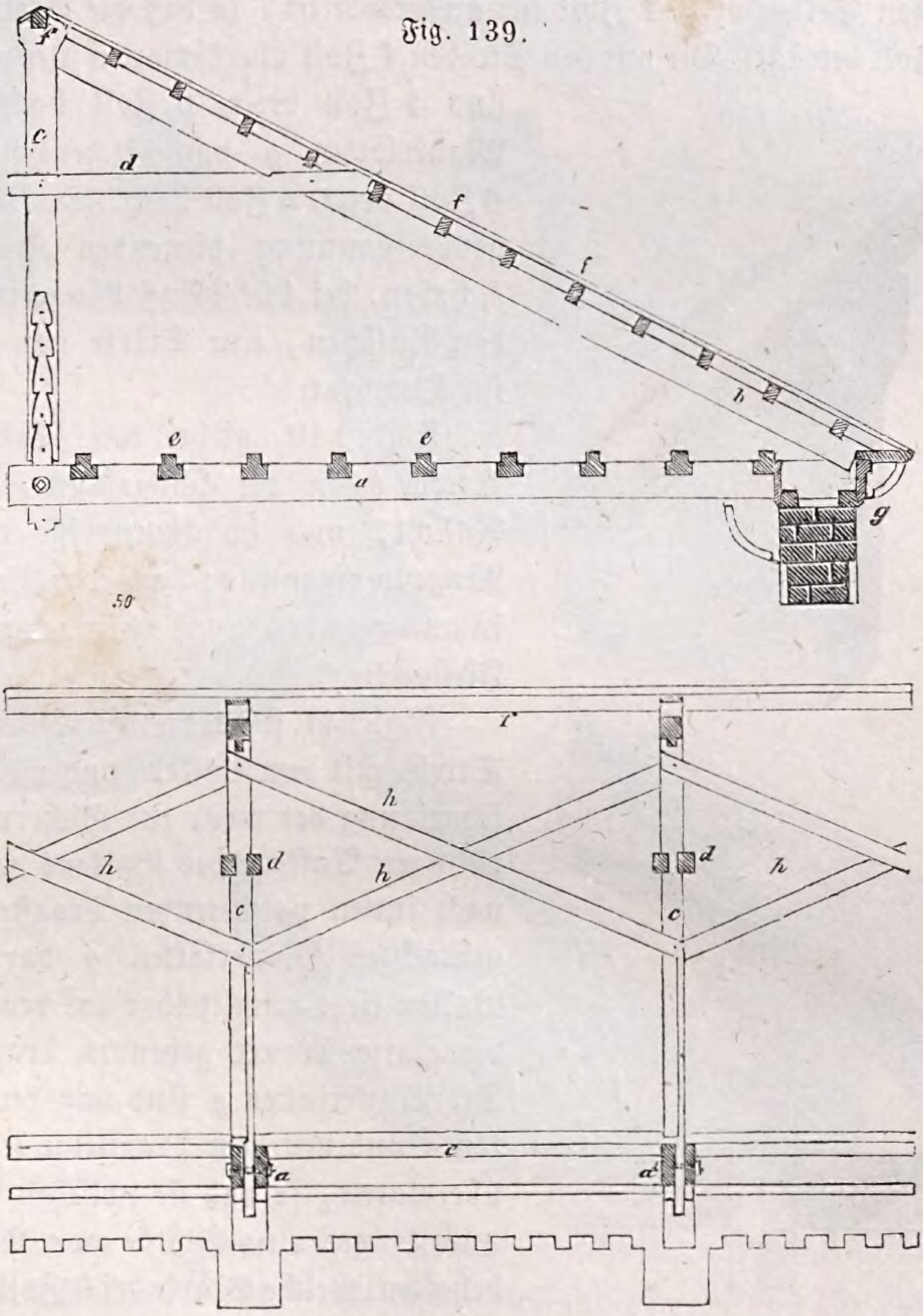
die doppelte Tragfähigkeit eines gleich starken und langen Balkens, welcher an den Enden aufliegt, aber nicht angespannt ist. Wird nun die Belastung, wie hier, durch eine gleichmäßige Vertheilung der darüber gelegten Balken auf die ganze Länge vertheilt, so wirkt diese Last nur zur Hälfte auf die Mitte, und daraus ergiebt sich, daß bei gleichmäßig auf seine Länge vertheilter Belastung der Spannbalken des Fig. 138 dargestellten Dachwerkes ohne weitere Verstärkung die vierfache Tragfähigkeit eines gleich starken und langen Balkens hat, welcher frei aufliegt und in der Mitte belastet ist.

Bei der Ausführung eines solchen Pfettendaches mit einfachem Hängewerk war der Verfasser bemüht, bei der Construction das Eisen entbehrlich zu machen und zu allen Verbindungen nur Holz zu verwenden, und wie ihm dies gelungen, möge aus der Beschreibung dieser Dachconstruction

hervorgehen. Da die bei der Ausführung einer Construction angewendeten Holzstärken zur Beurtheilung derselben den allein richtigen Anhalt bieten, so sei es mir gestattet, diese Maße, zur Vermeidung von Bruchtheilen, in dem der Ausführung zu Grunde gelegten Großherzoglich Hessischen Maße anzugeben. Zum Vergleiche mit anderen Maßen diene, daß vier Großh. Hessische Decimalfuß genau die Länge des Meters haben, und vier Hessische Zolle gleich sind einem Decimeter.

Das in Fig. 139 im Querschnitt und im Längendurchschnitt auf Bundweite dargestellte Dachwerk hat bei einer Breite von 58 Fuß eine

Fig. 139.



Höhe von $15\frac{1}{2}$ Fuß. Das Gebälke von 50 Fuß lichter Weite ruht auf Umfangsmauern von $2\frac{1}{2}$ Fuß Stärke. Die Bundbalken *a*, welche auf

eine Entfernung von 13½ Fuß von einander liegen und dem Gebälke als Durchzug zur Unterstützung dienen, sind 10 Zoll breit und 13 Zoll hoch. Die Bundstreben *b* von 30½ Fuß Länge zwischen den Stützpunkten sind 6 Zoll breit und 10 Zoll hoch. Die Hängesäulen *c* von Eichenholz sind an dem oberhalb des Ansatzes der Streben in der Breite verstärkten Kopfe 14 Zoll breit, 6 Zoll dick, unterhalb des Ansatzes 10 Zoll breit, 6 Zoll dick. Die über die Streben und die Hängesäule geführten Doppelzangen *d* sind 5 Zoll breit, 7 Zoll hoch. Die über die Bundbalken gestreckten Längebalken *e* haben 7 Zoll im Quadrat, sind aber auf die Hälfte ihrer Höhe auf beiden Seiten oben 1 Zoll tief ausgearbeitet, so daß die Breite oben nur 5 Zoll beträgt. Die mit den Streben 1 Zoll überkämmten Deckpfetten *f* sind 4 Zoll breit, 6 Zoll hoch. Die Mauerlatten *g* von Eichenholz sind 6 Zoll breit, 4 Zoll hoch. Die zur Längenverspannung dienenden Kreuzbüge *h* haben, bei 15½ Fuß Länge zwischen den Ansätzen, eine Stärke von 6 Zoll im Quadrat.

Fig. 140.

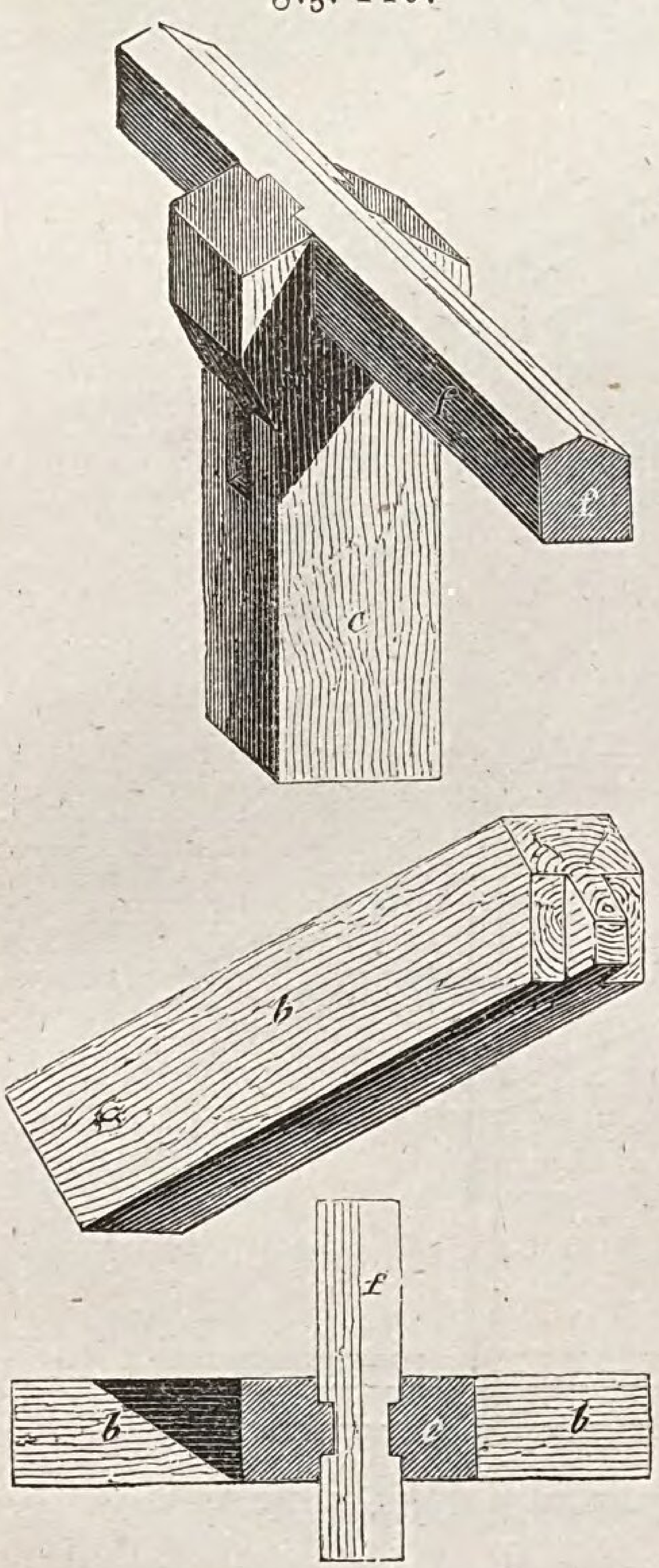
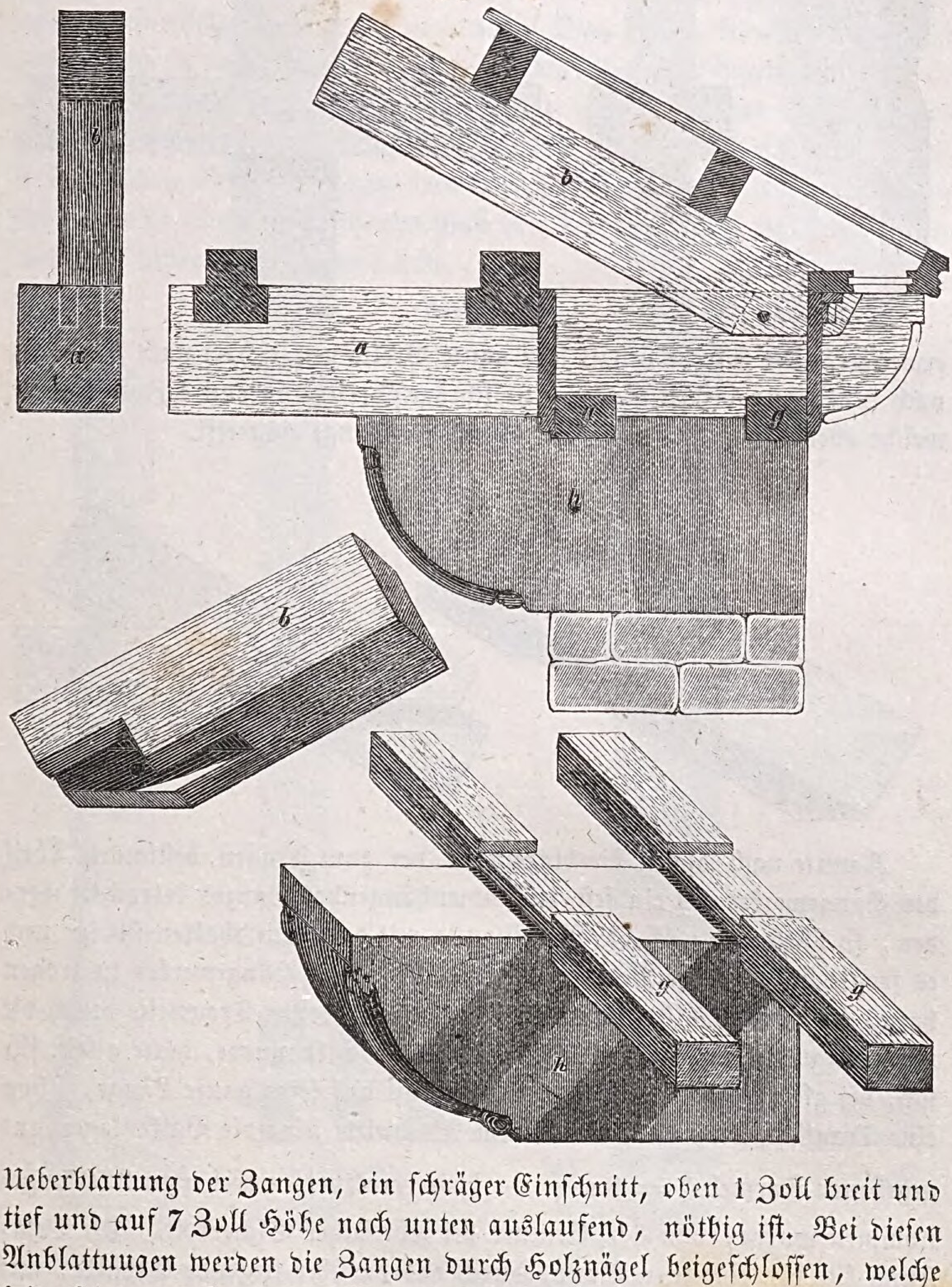


Fig. 140 giebt den Ansatz der Strebe *b* in die Hängesäule *c* in der Ansicht, und im Grundrisse die zur Längenverspannung angebrachte Einkämmung der von oben eingelegten Firstpfette *f*.

Fig. 141 stellt die Verbindung der Strebe mit dem Balken und die Ueberschneidung der mehr zur Sicherung der richtigen Auflage des Balkens auf dem nach innen vortretenden Tragstein angebrachten Mauerlatten *g* dar. Der Balken liegt unmittelbar auf dem durch die ganze Mauer gehenden Tragsteine. Die Mauerlatten *g* sind mit dem Balken *a* und mit dem Tragsteine *h* 1 Zoll überblattet, so daß sie zwischen Balken und Träger eine Stärke von 2 Zollen behalten, welche Stärke bei 6 Zoll Breite noch ausreichend ist zur Längenverankerung der Bundbalken und Träger. Die Doppelzangen *d*, bei 21½ Fuß Länge, 5 Zoll breit, 7 Zoll hoch,

greifen in die Streben und die Hängesäule, welche Hölzer eine gleiche Breite von 6 Zoll haben, nur einen Zoll tief ein, so daß nach Fig. 142 aus der Hängesäule nur an beiden Kanten, zur Aufnahme des schwalbenschwanzförmigen Einsatzes der auf den Zug nach unten berechneten

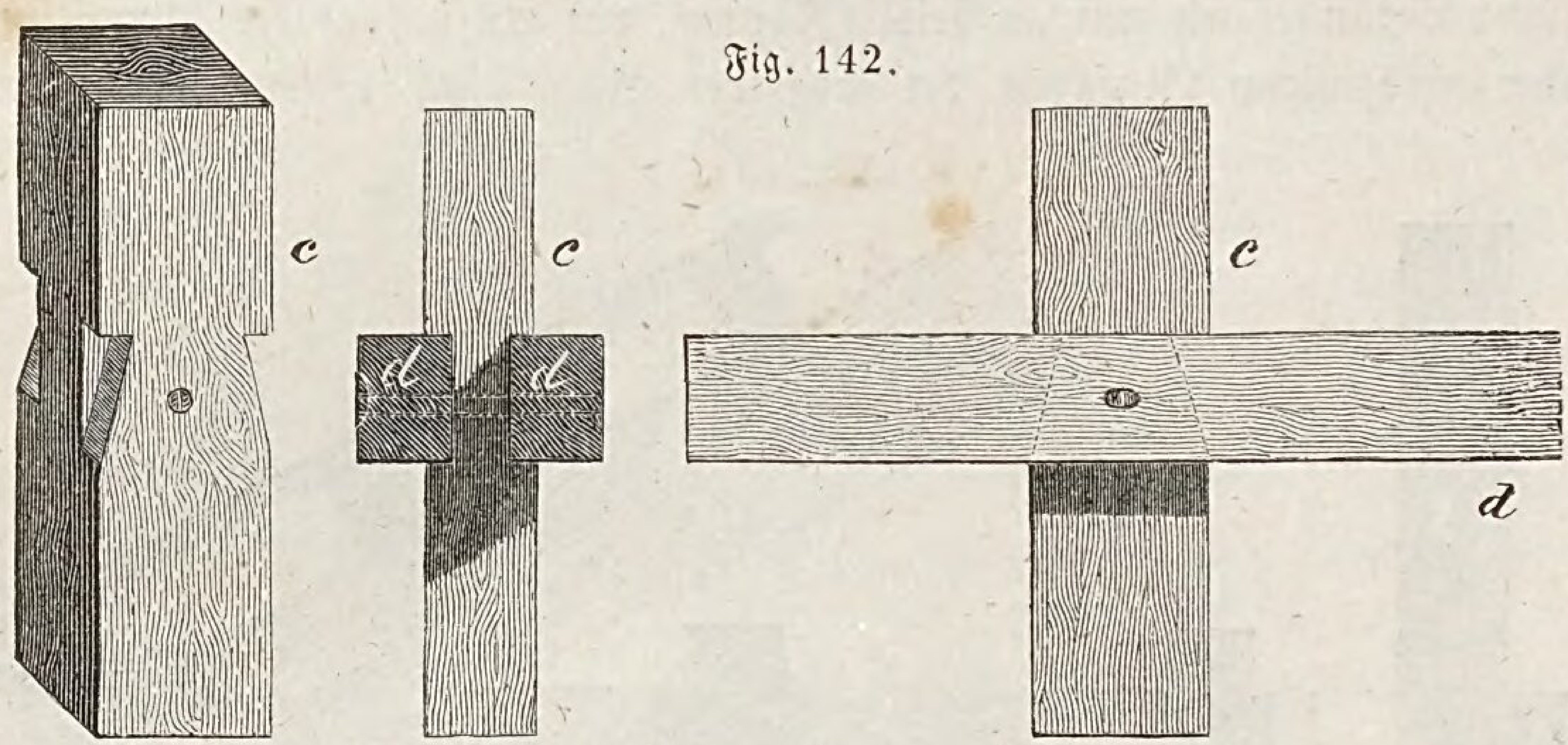
Fig. 141.



Ueberblattung der Zangen, ein schräger Einschnitt, oben 1 Zoll breit und tief und auf 7 Zoll Höhe nach unten auslaufend, nöthig ist. Bei diesen Anblattuugen werden die Zangen durch Holznägel beigeschlossen, welche beiderseits durch eingetriebene Holzkeile zum festen Anschluß gebracht

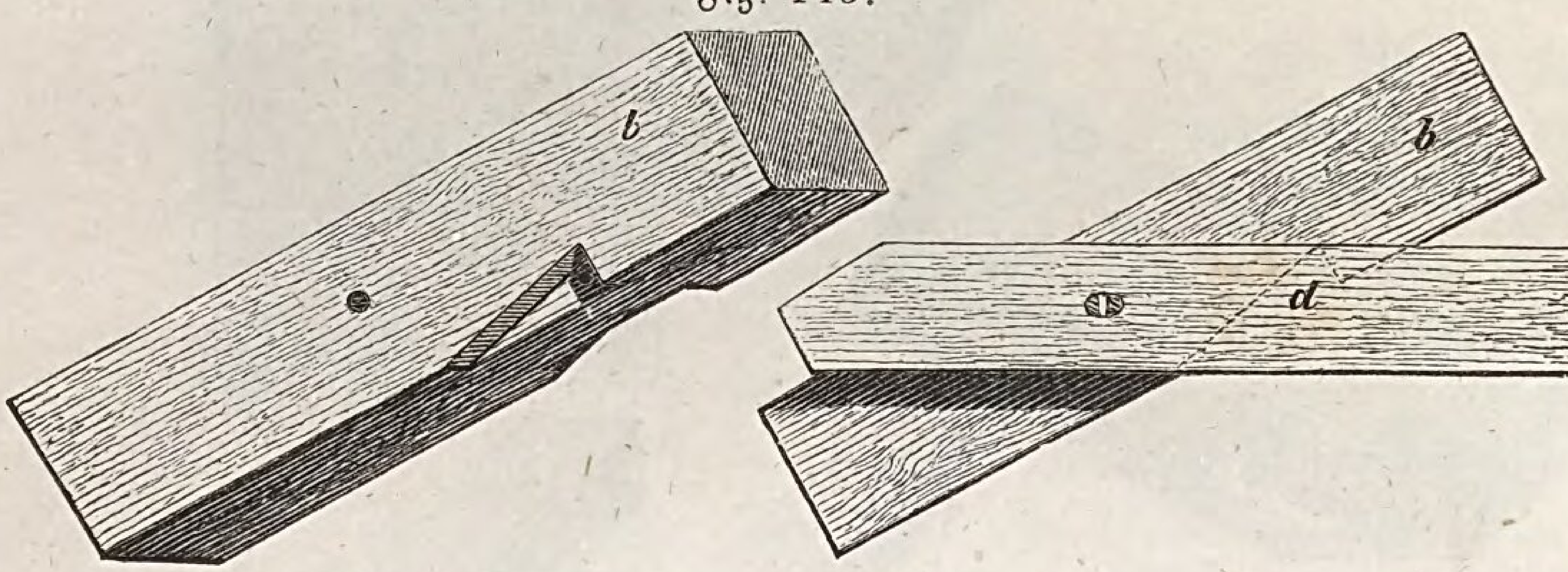
werden. Es sind zu dem Ende die Bohrlöcher der Zangen, durch Abreiben mit dem Hohlbohrer, nach der Richtung der Längefasern dieser Hölzer

Fig. 142.



erweitert. Die Strebe behält ihre ganze Breite und erhält nach Fig. 143 nach innen auf beiden Seiten eine schräge Versetzung von 1 Zoll Breite, welche oben als Haken 1½ Zoll tief in die Zange eingreift.

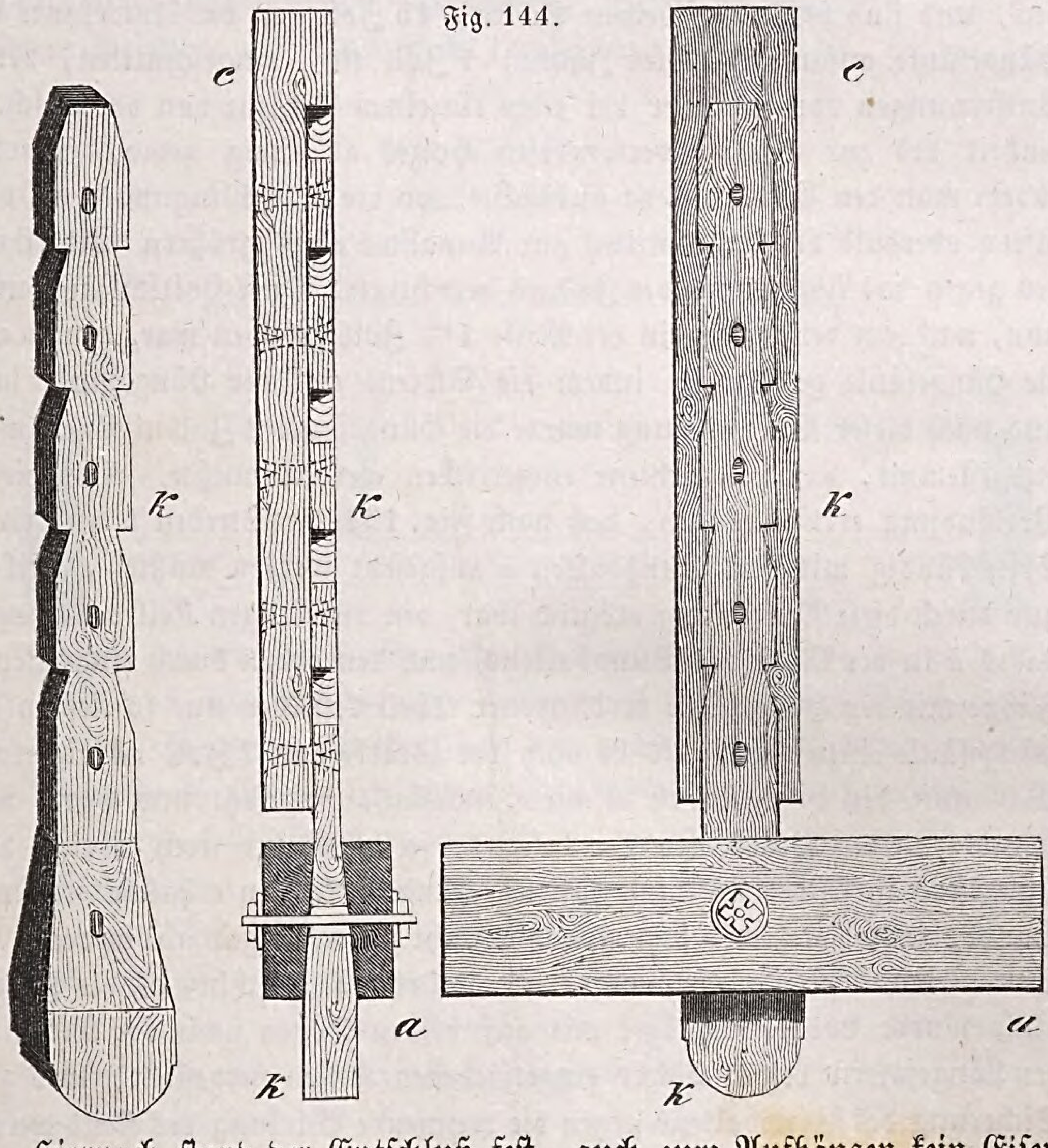
Fig. 143.



Konnte nach diesen Verbindungen der zum Tragen bestimmte Theil des Hängewerkes als ein fest zusammenhängendes Ganzes betrachtet werden, so blieb nur noch die Verbindung mit dem Bundbalken übrig, und es fragte sich, welche Belastung dieses Glied des Hängewerkes zu tragen hatte. Der Bundbalken von Weißtannenholz, dessen Tragweite durch die untergelegten Tragsteine auf 47 Fuß eingeschränkt wurde, hatte allein für sich, bei gleichmäßiger Vertheilung der Last auf seine ganze Länge, schon eine Tragfähigkeit, nach der in dem Abschnitte über die Balkenlagen angegebenen Formel $P = 8n \frac{bh^2}{l} - bhlq$ berechnet, wobei n zu 220 angenommen wurde, von 6½ Centner bei zehnfacher Sicherheit. Die Belastung für den einzelnen Bund, durch das darüber liegende Gebälke, mit Hinzurechnung einer zufälligen Belastung durch das Begehen, wurde zu

$36\frac{1}{2}$ Centnern angenommen. Von dieser Belastung die Tragfähigkeit des Balkens in Abzug gebracht, blieb noch eine Belastung von 30 Centnern übrig, welche durch eine ausreichend starke Verbindung auf die Hängesäule überzutragen war. Da nun das Eichenholz eine absolute Festigkeit von 180 Centnern hat, oder, mit anderen Worten, da man einem Eichenholzstabe von 1 Quadratzoll Querschnitt eine Belastung von 180 Centnern nach der Richtung der Längefasern anhängen kann, bevor er reißt, und da der Widerstand genau im Verhältniß des Querschnittes zunimmt, so würde, zur Sicherheit nur den zehnten Theil der zum Reißen erforderlichen Belastung angenommen, zum Aufhängen obiger Last von 30 Centnern schon ein Eichenholzstab von 2 Quadratzoll im Querschnitt mehr als hinreichend gewesen sein.

Fig. 144.



Hiernach stand der Entschluß fest, auch zum Aufhängen kein Eisen zu verwenden, und dazu Eichenholz zu nehmen. Auf welche Weise die

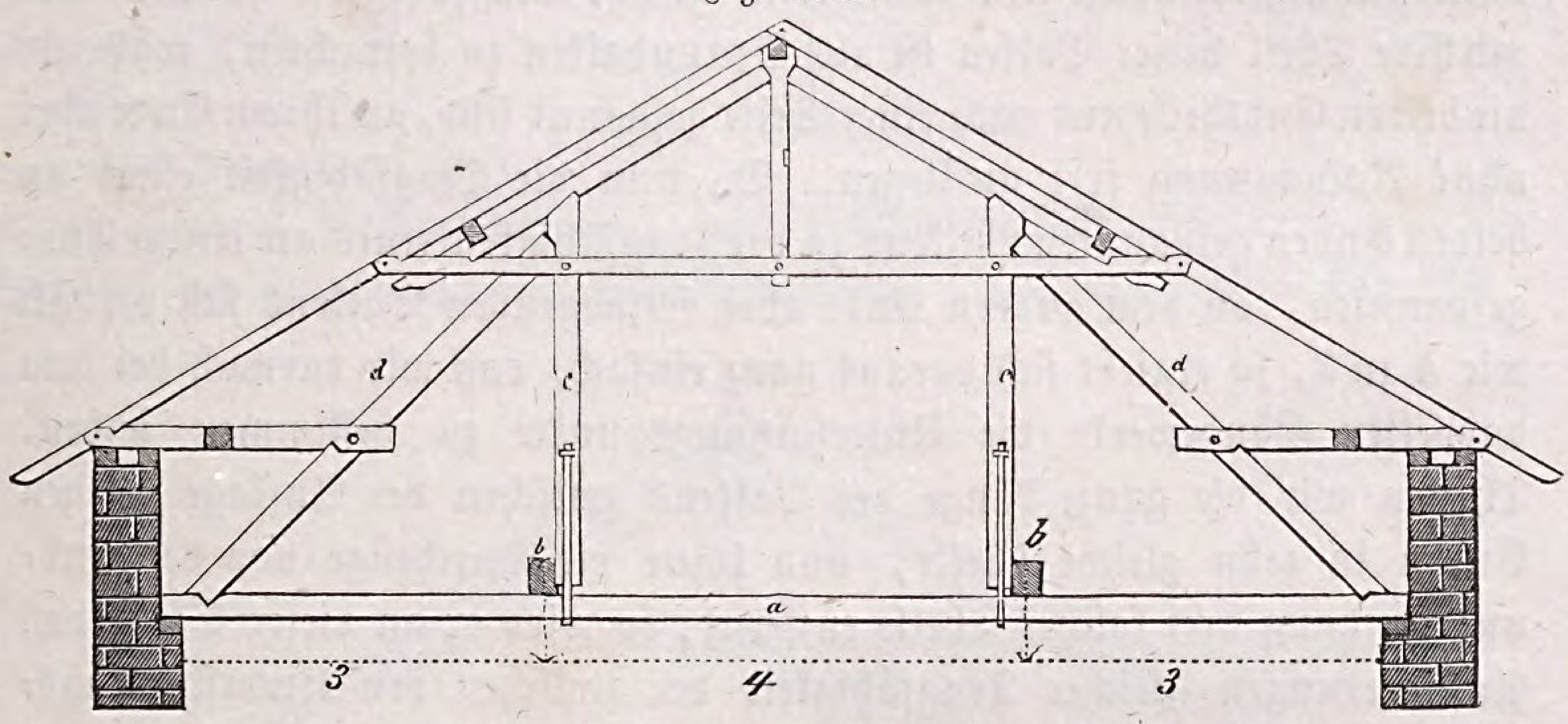
Verbindung der Hängesäule mit dem Bundbalken vermittelst eines Stabes von Eichenholz hergestellt wurde, giebt die Darstellung in Fig. 144.

Zur Aufnahme des Hängestabes *k* ist der Bundbalken *a* genau in der Mitte so durchgelocht, daß die oben 6 Zoll lange, 2 Zoll breite Oeffnung sich nach vier Seiten, nach unten bis zu 10 Zoll Länge und 4 Zoll Breite, erweitert. Der durch diese Oeffnung von unten durchgesteckte Hängestab *k* hat, soweit er zur Verbindung mit dem Balken bestimmt ist, genau die Stärke, daß er an den Seitenflächen des durch den Balken gestemmten Loches fest anschließt, bildet sonach einen nach vier Seiten nach unten verstärkten Keil und tritt unten, nach der größten Querschnittfläche des Keils senkrecht verlängert, vor. Der Hängestab bildet über den Balken hinausreichend eine 6 Fuß lange Schiene, gleichmäßig 6 Zoll breit, 2 Zoll dick, und sind darin auf beiden Seiten, 15 Zoll von der Unterkante der Hängesäule anfangend, vier Zähne, 1 Zoll tief, eingeschnitten, deren Entfernungen von einander bei jeder einzelnen Schiene von der Beschaffenheit des zur Schiene verwendeten Holzes abhängig gemacht wurde, indem man den Einschnitt da anbrachte, wo die Verschlingung der Holzfasern oberhalb des Einschnittes zur Annahme eines größern Widerstandes gegen das Absprengen des Zahnes berechtigte. Diese Holzschiene wurde nun, nachdem der Balken in der Mitte 1 ½ Zoll gehoben war, genau auf die Hängesäule gezeichnet, indem die Schiene auf der Hängesäule lag, und nach dieser Vorzeichnung wurde die Hängesäule 2 Zoll tief genau so ausgestemmt, daß die Schiene eingetrieben werden mußte. Aus dieser Verbindung erklärt es sich, daß nach Fig. 141 die Streben *b* auf einer Seite bündig mit dem Bundbalken *a* aufgesetzt werden mußten, weil es nur durch diese Anordnung möglich war, den vierseitigen Keil des Hängestabes *k* in der Mitte des Bundbalkens, und den obern durch eingreifende Zähne mit der Hängesäule verbundenen Theil desselben nur so tief in die Hängesäule einzusetzen, als es nach der Stärke von 2 Zoll nöthig war. War nun der Hängestab *k* in die Hängesäule eingesetzt und durch das Herablassen des Bundbalkens *a* belastet, so blieb nur noch übrig, den Hängestab in festem Anschluß mit der Hängesäule *c* zu erhalten und den Bundbalken *a* dagegen zu sichern, daß er nicht seiner Länge nach von dem nach oben wirkenden Keil aufgesprengt werde. Der feste Anschluß an die Hängesäule wurde durch Holznägel mit auf beiden Seiten nach der Richtung der Längefasern beider Hölzer eingetriebenen Keilen hergestellt, und zur Sicherung des Bundbalkens gegen die trennende Wirkung des Keils wurde vor dem Niederlassen des Balkens derselbe vermittelst einer Schraube mit starkem Kopf und Mutter fest zusammengepreßt. Diese genau in der

Mitte des Keils durchgehende Schraube durfte eine, durch Eintrocknen und Zusammenpressen etwa eintretende Bewegung des Keils nach oben nicht hindern, und wurde zu dem Ende das Bohrloch des Keils nach unten als Schlitz erweitert, wie etwa zur Aufnahme eines Bolzens erforderlich gewesen wäre.

An einem genau nach der vorhergehenden Beschreibung dieses Dachstuhles in dem zehnten Theile der natürlichen Größe angefertigten Modelle wurden Versuche angestellt. Nachdem sich ergeben, daß eine Belastung von 5 Centnern auch nicht die geringste Veränderung an dem schwächsten Theile des Hängewerkes, den Zähnen des Hängestabes, hervorbrachte, so waren alle Zweifel beseitigt, und es kann diese bewährte Verbindung des Bundbalkens mit der Hängesäule vermittelst einer Hängeschiene von Eichenholz zur Anwendung bei gering belasteten aufzuhängenden Gebälken mit allem Recht empfohlen werden.

Fig. 145.



Gehen wir nun in der Betrachtung der Hängewerke weiter, so werden wir die bereits bei dem einfachen Hängewerke besprochenen Verbindungen als bekannt übergehen können, und nur das von dem Bekannten wesentlich Abweichende zu erörtern haben. Ist eine zweimalige Unterstützung des aufzuhängenden Gebälkes erforderlich, so ergeben sich für das Hängewerk zwei Hängesäulen, und es wird in der Regel der sogenannte doppelte Bock angewendet, bei welchem die Hängesäulen an der Stelle, wo die Streben ansetzen, durch einen Spannriegel in gleicher Entfernung auseinandergehalten werden. Derartige Hängewerke mit zwei Säulen werden, zur Unterscheidung von den einfachen Hängewerken mit einer Säule, doppelte Hängewerke genannt.

In dem Fig. 145 gegebenen doppelten Hängewerke haben wir, zur Vermeidung unnützer Wiederholungen, angenommen, daß das zu über-

dachende Gebäude einen Kniestock habe, und zur Unterstützung der Sparren eine Dachpfette in der Mitte, so wie eine Firstpfette angebracht werden müsse. Es wird bei diesem Hängewerke zunächst zu bestimmen sein, an welchen Stellen die Balkenunterstützung am zweckmäßigsten hergestellt werde. Der Bundbalken selbst wird durch das Ansetzen der Streben an beiden Enden ein vollkommener Spannbalken, und es würden, um ihm zwischen den Stützpunkten eine gleiche Tragfähigkeit zu geben, die Unterstützungen in gleichen Entfernungen anzubringen, sonach hier der Balken der Länge nach in drei gleiche Theile zu theilen und an den Theilungspunkten zu unterstützen sein.

Bei Hängewerken über durchgehenden Gebälken muß aber weniger Rücksicht auf die Unterstützung des Bundbalkens, als darauf genommen werden, daß die Zwischenbalken, welche durch das Aufhängen von den Durchzügen aus noch keineswegs zu Spannbalken werden, zwischen den Unterstützungspunkten eine annähernd gleiche Tragfähigkeit haben. Der mittlere Theil dieser Balken ist als Spannbalken zu betrachten, während die beiden Endtheile nur nach einer Seite gespannt sind, an ihrem Ende aber ohne Anspannung frei aufliegen. Da nun die Tragfähigkeit eines an beiden Enden gespannten Balkens zu der Tragfähigkeit eines an einem Ende gespannten, an dem andern Ende aber freiliegenden Balkens sich verhält wie 4 zu 3, so ergiebt sich daraus ganz einfach, daß wir darnach bei dem doppelten Hängewerke die Unterstützungspunkte zu bestimmen haben. Theilen wir die ganze Länge des Balkens zwischen der Auflage an den Enden in zehn gleiche Theile, und legen die Durchzüge von der Endunterstützung drei solcher Theile entfernt, so wird er an dieser Stelle den Anforderungen gleicher Tragfähigkeit der zwischen den Unterstützungspunkten liegenden Balkenstücke annähernd entsprechen, indem die Längen der Balkenstücke im Verhältniß der ihnen zukommenden Tragfähigkeit stehen.

Ist so die Lage der Durchzüge *b* bestimmt, so werden die Hängesäulen *c*, welche hier aus dem bereits angeführten Grunde durch Hängeisen mit dem Bundbalken *a* in Verbindung gebracht sind, unmittelbar neben den Durchzug nach innen aufgestellt, um die bei dem Spannbalken unzweckmäßige größere Spannweite zu mindern. Die Bundstreben *d* werden nun unter so steilem Winkel von den Enden des Bundbalkens gegen die Hängesäulen gesetzt, als es die Höhe des Dachraumes und die nöthige Festigkeit des Verbandes gestattet.

In unserm Beispiele Fig. 145 ist zur Unterstützung der Firstpfette noch ein leichtes Hängewerk angebracht, bei welchem die Streben zugleich

die Dachpfette aufnehmen, und es dienen nach Fig. 146 die unteren Hauptängesäulen zugleich als Stützen für die Streben des obern einfachen Hängewerkes. Die Spannriegel greifen als Doppelzangen über die Hängesäulen, Streben und Sparren weg, und stellen so die unverschiebliche Knotenverbindung her, welche dem ganzen Verbande eine Festigkeit und Unveränderlichkeit giebt, die auf andere Weise mit den dem Zimmermann zu Gebote stehenden Mitteln nicht zu erreichen ist.

Fig. 146.

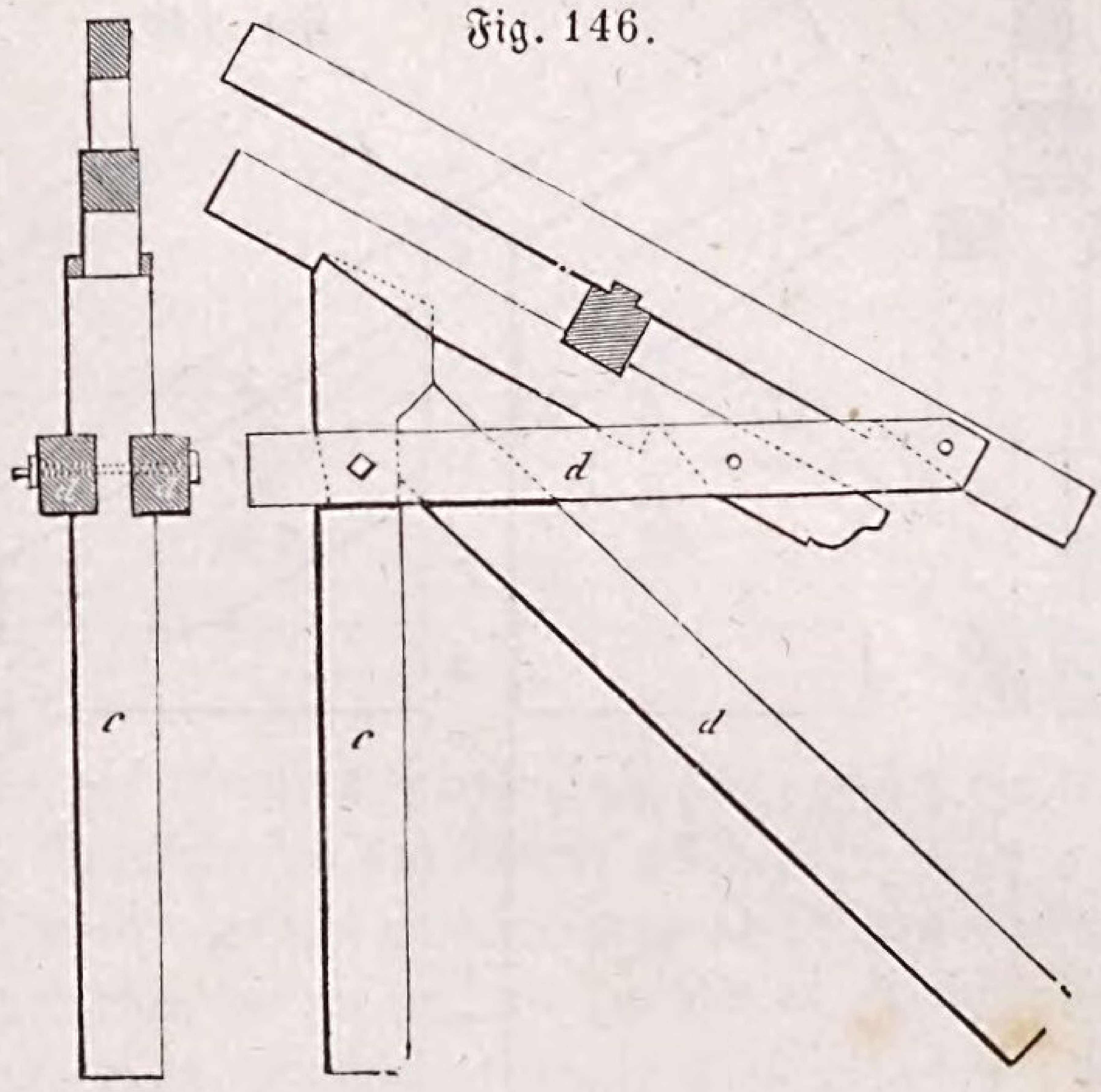
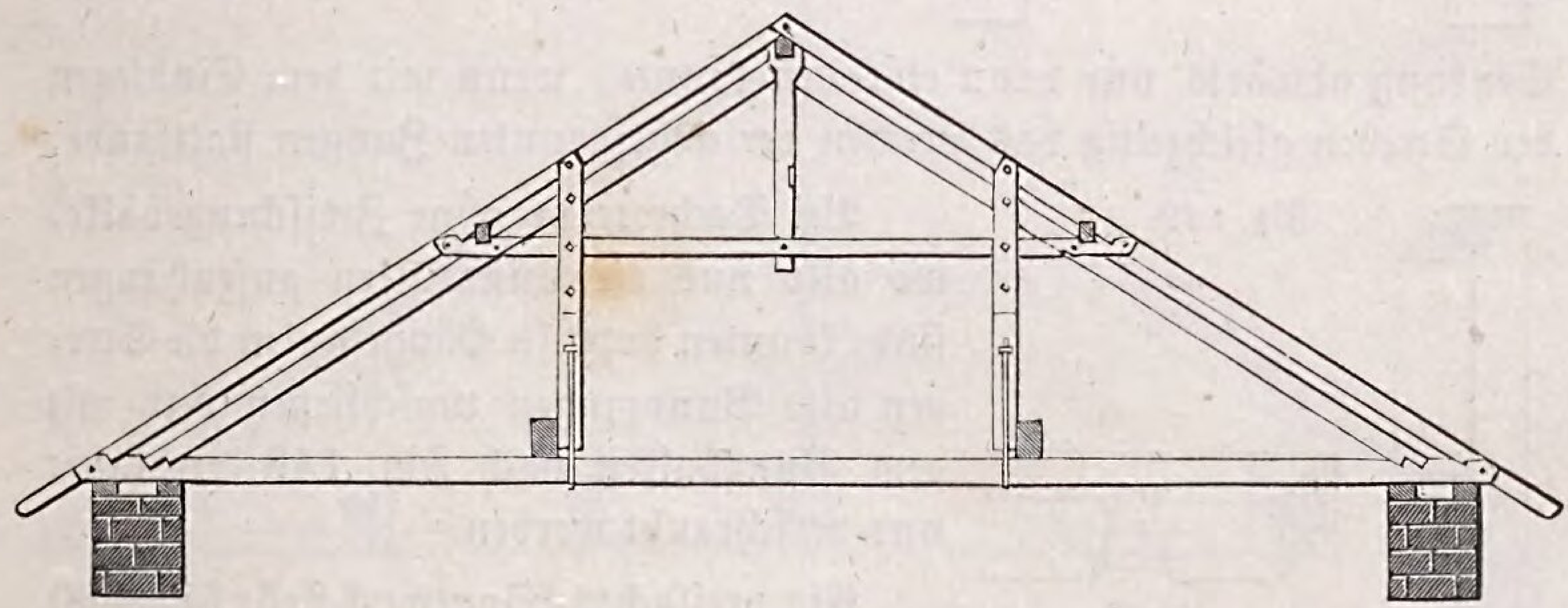


Fig. 147 stellt ein doppeltes Hängewerk über durchgehendem Dachgebälk dar, mit Firstpfette und einmaliger Unterstützung der Sparren durch eine Dachpfette. Die Bundstreben sind hier

Fig. 147.



bis zur mittlern Hängesäule fortgeführt, und in solcher Stärke angenommen, daß die zur Unterstützung des Dachgebälkes erforderlichen zwei Hängesäulen daran aufgehängt werden können. Ueber die stumpf unter der Strebe angesetzte Hängesäule *a* Fig. 148 sind zwei mit derselben verblattete Zangen *b* geführt, welche verlängert durch Ueberblattung mit der Strebe *c* und dem Sparren *d* verbunden sind. Ueber die horizontalen Zangen *b* hinweg greifen nun zwei durch Zähne in die Hängesäule versetzte Hölzer *f*, die wir Hülfshängesäulen nennen wollen, hinweg, und stellen, durch

Schrauben mit der Strebe, den Zangen und der Hängesäule zu einem Ganzen verbunden, eine Verknüpfung dieser Hölzer her, bei welcher eine

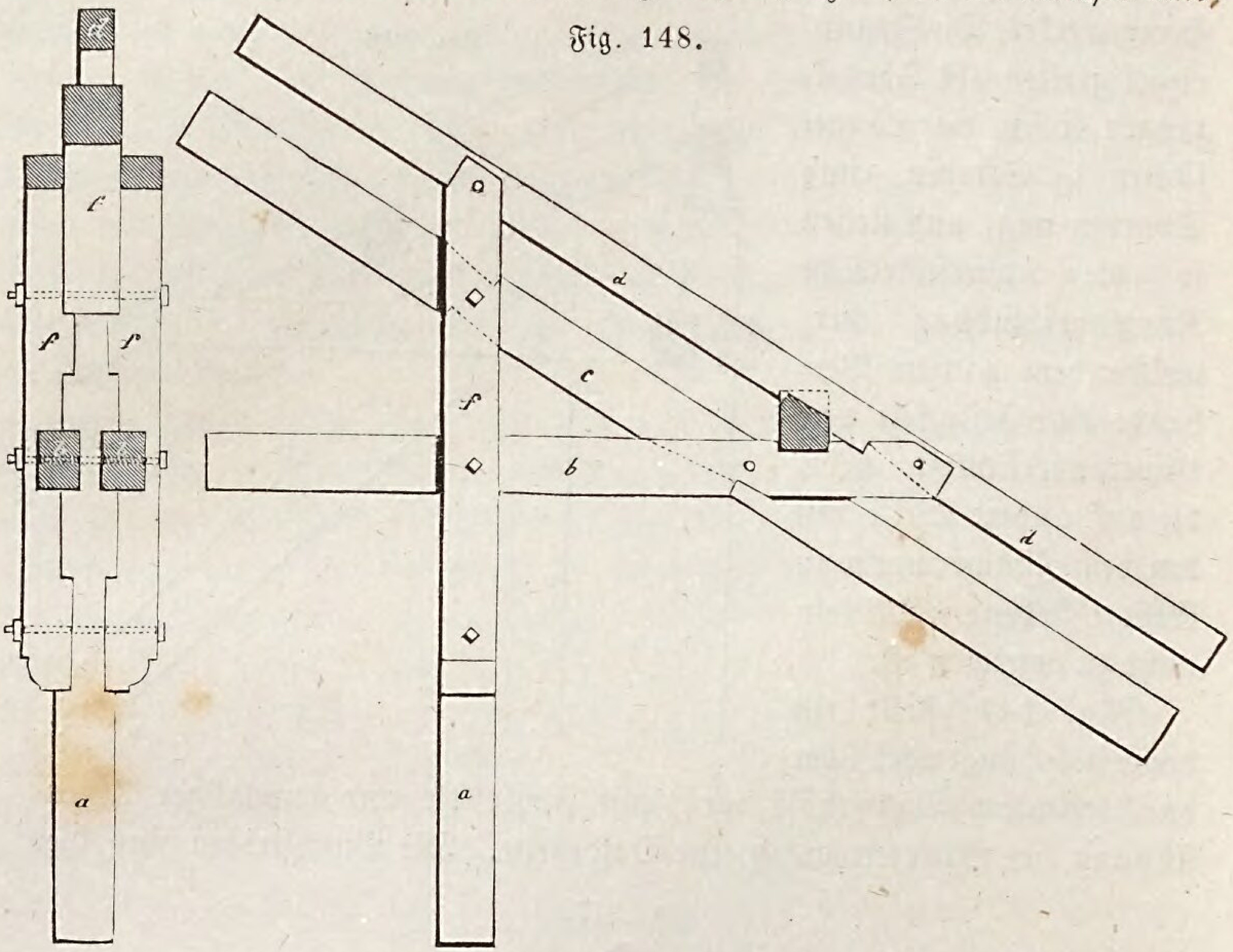


Fig. 148.

Senkung abwärts nur dann eintreten könnte, wenn mit dem Einbiegen der Streben gleichzeitig das Brechen der angespannten Zangen stattfände.

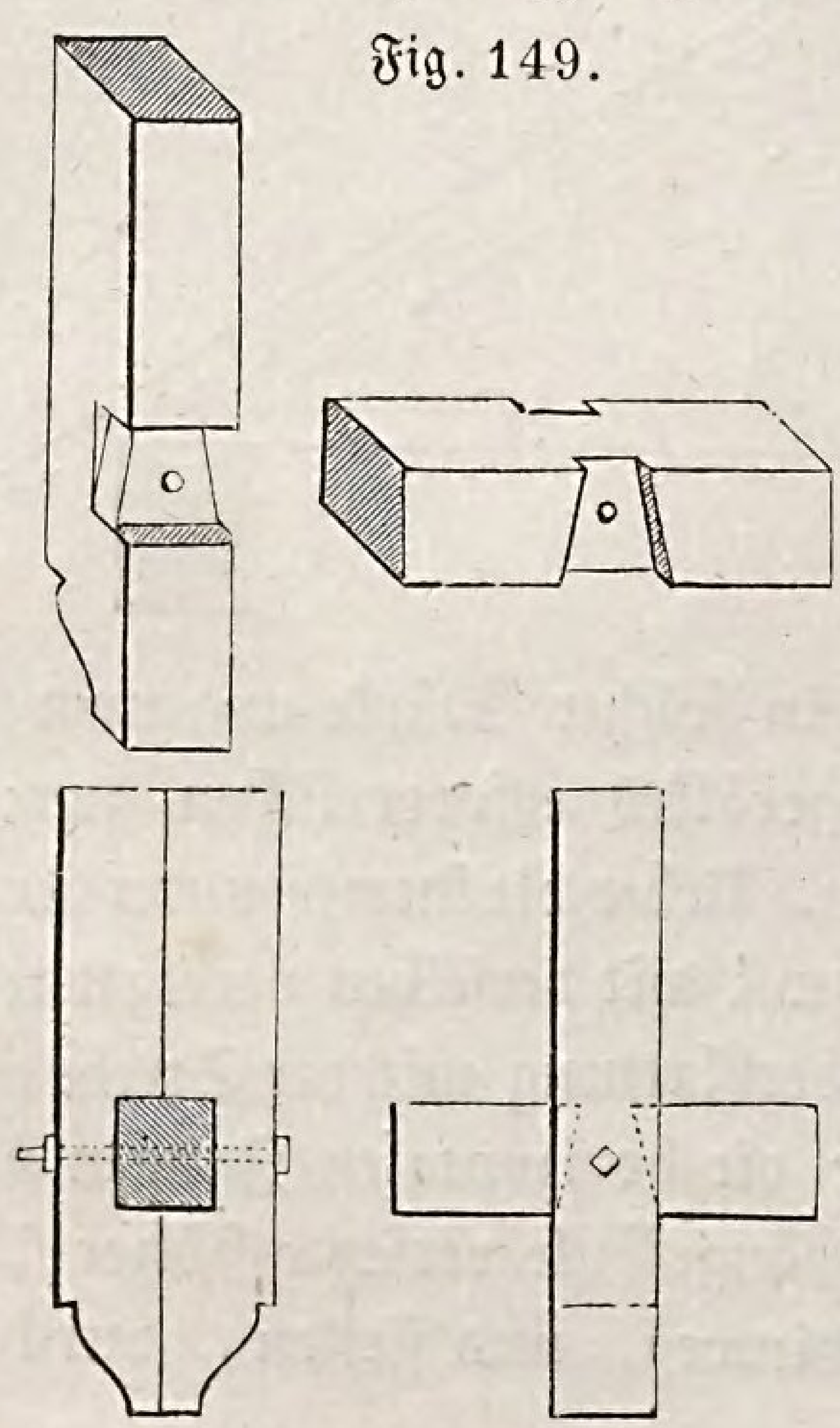


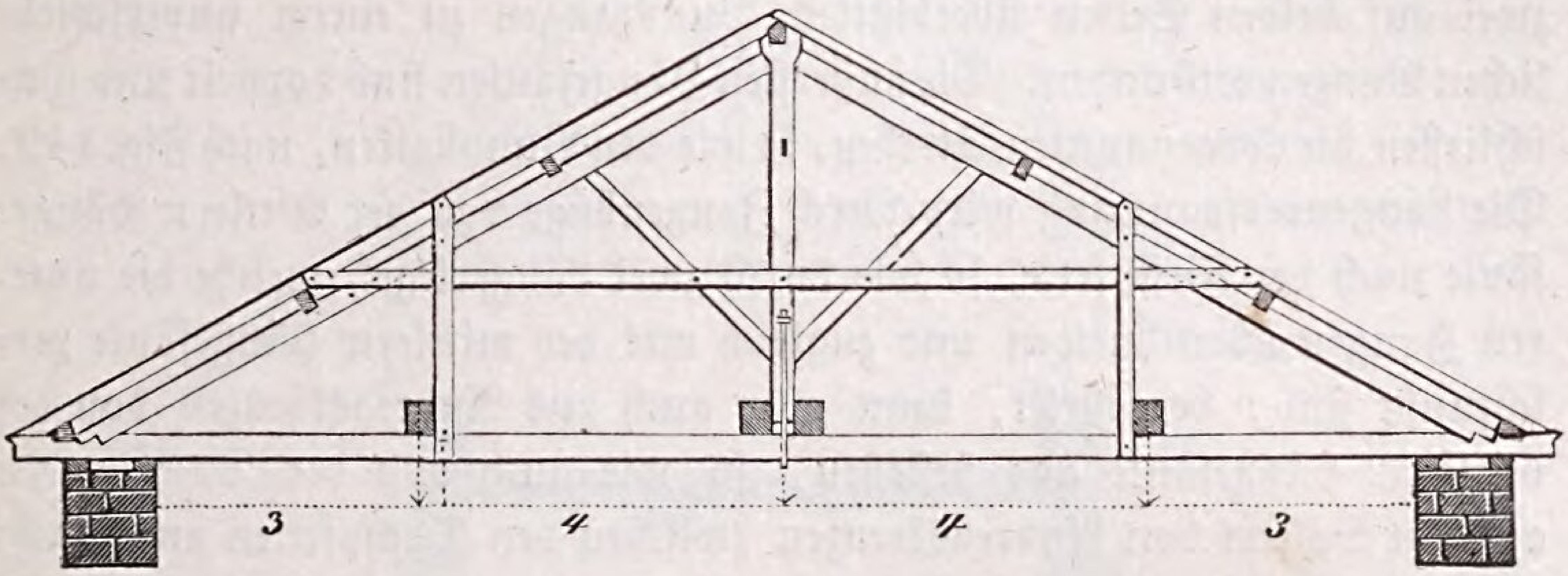
Fig. 149.

Bei Dachwerken ohne Zwischengebälke, wo also nur die Bundbalken aufzuhängen sind, könnten doppelte Hängesäulen die Streben und Bundzangen umschließen und mit dem Bundbalken nach Fig. 149 verblattet und verschraubt werden.

Ein dreifaches Hängewerk stellt Fig. 150 dar, bei welchem die in Fig. 147 gegebene Construction beibehalten werden könnte, mit der Vervollständigung jedoch, daß zur unmittelbaren Unterstützung zweier Dachpfetten die Bundstreben parallel mit den Sparren, und nur in solcher Entfernung von denselben angesetzt würden, daß dazwischen die Pfetten, im rechten Winkel eingelegt, Platz

fänden, und daß ferner, zur bessern Unterstützung der in bedeutender Länge angewendeten Streben und zugleich zur Verspannung der Bund-

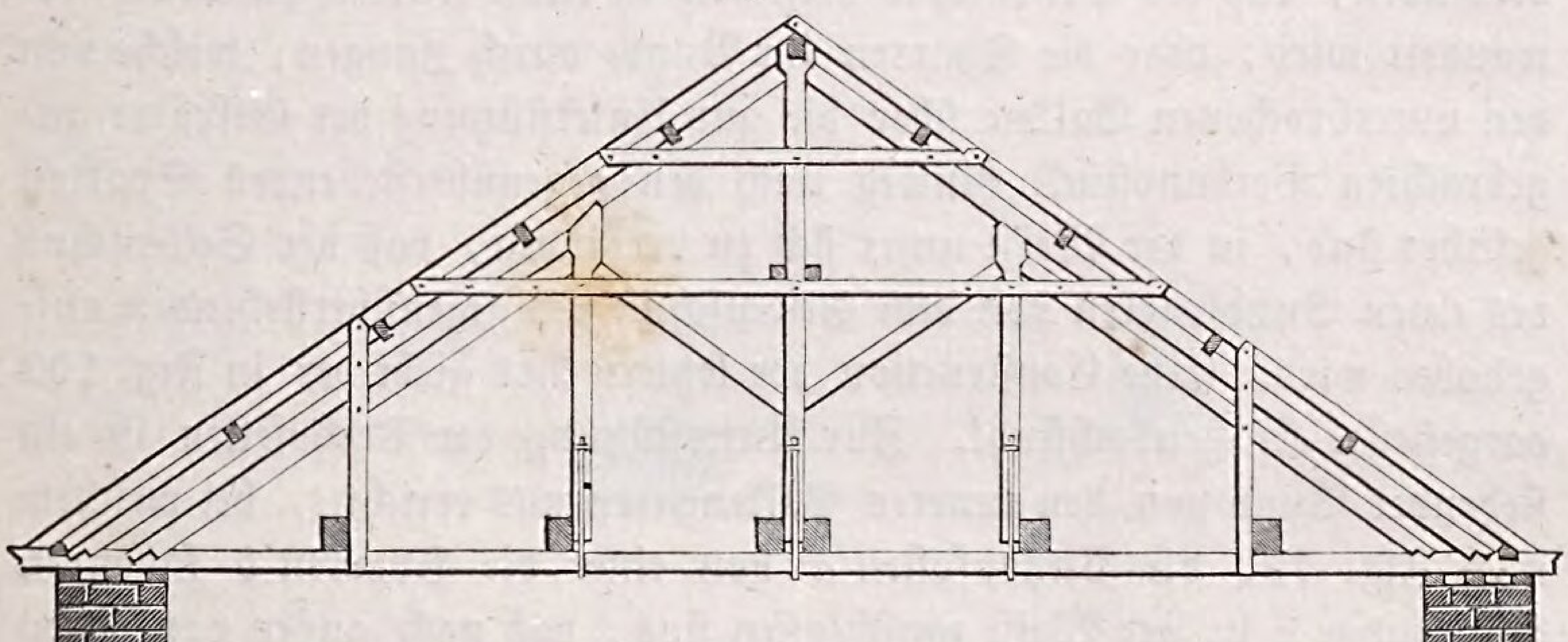
Fig. 150.



zangen, vom untern Theile der mittlern Hängesäule aus, unter rechtem Winkel gegen die Streben, Gegenstreben angebracht würden.

Bei Hängewerken von mehr als drei Hängesäulen bietet das Durchführen der äußersten Hauptstreben bis zu der, die Firstpfette unterstützenden mittlern Hängesäule die meiste Sicherheit gegen Einsenkungen dar, und möchte Fig. **151**, welche ein fünffaches Hängewerk darstellt, bei dem Entwurf zu größeren Hängewerken als Anhalt dienen. Die äußeren

Fig. 151.



Hauptbundstreben gehen aus einem Stück bis zur mittlern Hängesäule, und werden unter der obersten Dachpfette durch Doppelzangen mit der Hängesäule verspannt. Zwei kürzere Streben sitzen von der ersten so weit nach innen zurück auf dem Bundbalken, als es die Unterstützung des Balkens gestattet, und gehen parallel mit den äußeren Hauptstreben nach den zweiten Hängesäulen, welche, wie die mittleren, einfach sind und, über den Strebeansatz hinaus verlängert, zugleich die Hauptstrebe unter-

stützen. Den zweiten Streben sind Gegenstreben gegeben, welche gegen die mittleren Hängesäulen stützen, und unterhalb der Strebenansätze werden die drei Hängesäulen mit ihren Streben sammt den Sparren durch zwei auf beiden Seiten überblattete Bundzangen zu einem unverschieblichen Ganzen verbunden. Die äußersten Hängesäulen sind doppelt und umschließen die vorgenannten Streben, so wie den Bundbalken, nach Fig. 149. Die Längenverspannung wird durch Zangenbüge von der mittlern Hängesäule nach der Firstpfette, so wie durch zwei Längeriegel, welche die unteren Zangen überschneiden und zugleich mit der mittlern Hängesäule verschraubt sind, hergestellt, kann aber auch aus Andreaskreuzen von der mittlern Hängesäule aus bestehen, so wie auch von der Dachschwelle aus ein System von Andreaskreuzen zwischen den Dachpfetten angebracht werden kann.

Das über die Hängewerke bisher Mitgetheilte hatte nur die Hängewerke über durchlaufenden Gebälken zum Gegenstande. Da nun aber auch nicht selten Hängewerke über unterbrochenen Gebälken zu construiren sind, so werden wir nicht umhin können, auch diese Gattung von Hängewerken in unsere Betrachtung mit aufzunehmen.

Bei diesen Hängewerken ist es hauptsächlich Aufgabe: die Dachsparren entweder so zu unterstützen und durch horizontale Zangen unter sich zu verbinden, daß der Seitenschub derselben in einen senkrechten Druck verwandelt wird, oder die Sparren im Bunde durch Zangen, welche von den unterbrochenen Balken über die zur Unterstützung der Gespärre angebrachten Verbandstücke hinweg nach den gegenüberstehenden Sparren geführt sind, in der Weise unter sich zu verbinden, daß der Seitenschub des einen Bundsparren von dem Seitenschub des gegenüberstehenden aufgehoben wird. Eine Construction der letztern Art giebt der in Fig. 152 dargestellte Kirchendachstuhl. Zur Unterstützung der Dachpfetten ist ein stehender Bund von den inneren Balkenenden aus errichtet, bei welchem nach Fig. 153 die Bundpfosten *a* von einer die Sparren *b* fassenden Bundzange *c* in der Weise umschlossen sind, daß nach außen von diesen drei Verbandstücken ein Dreieck gebildet wird, groß genug, die Dachpfette *d*, mit der Zange und dem Sparren überkämmt, aufzunehmen. Von den Enden der Bundzangen sitzen zunächst dem Bundpfosten Streben an, welche die zur Unterstützung der Firstpfette erforderliche Hängesäule stützen. Diese Hängesäule, bis zur Bundzange abwärts geführt, ist mit dieser durch ein Eisenband verbunden, oder es wird nach Fig. 154 die Hängesäule mit einem Blattzapfen versehen, welcher, durch die Bundzange *c* hindurchgeführt, unterhalb dieselbe vermittelst eines durchgetrie-

Fig. 152.

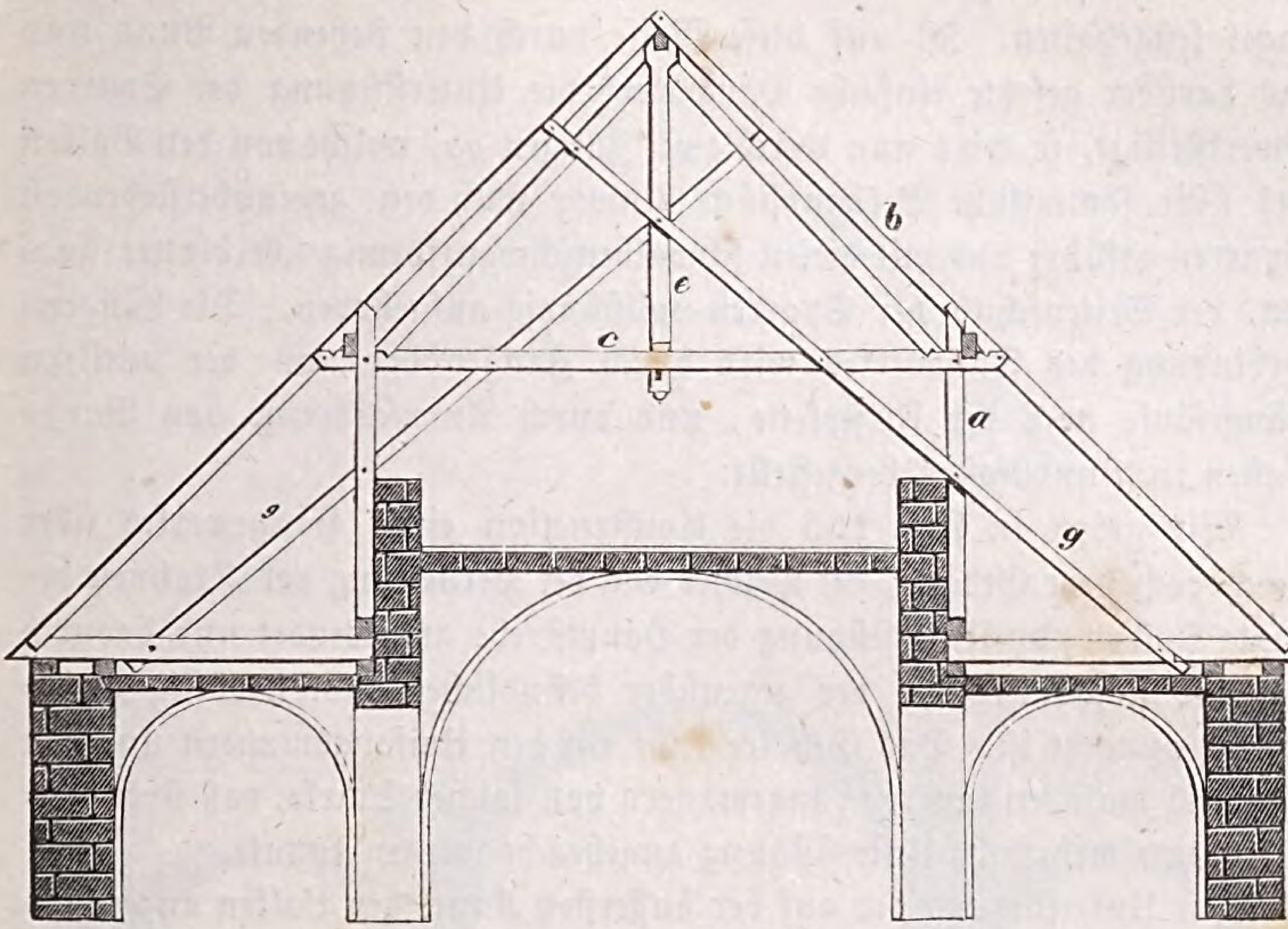
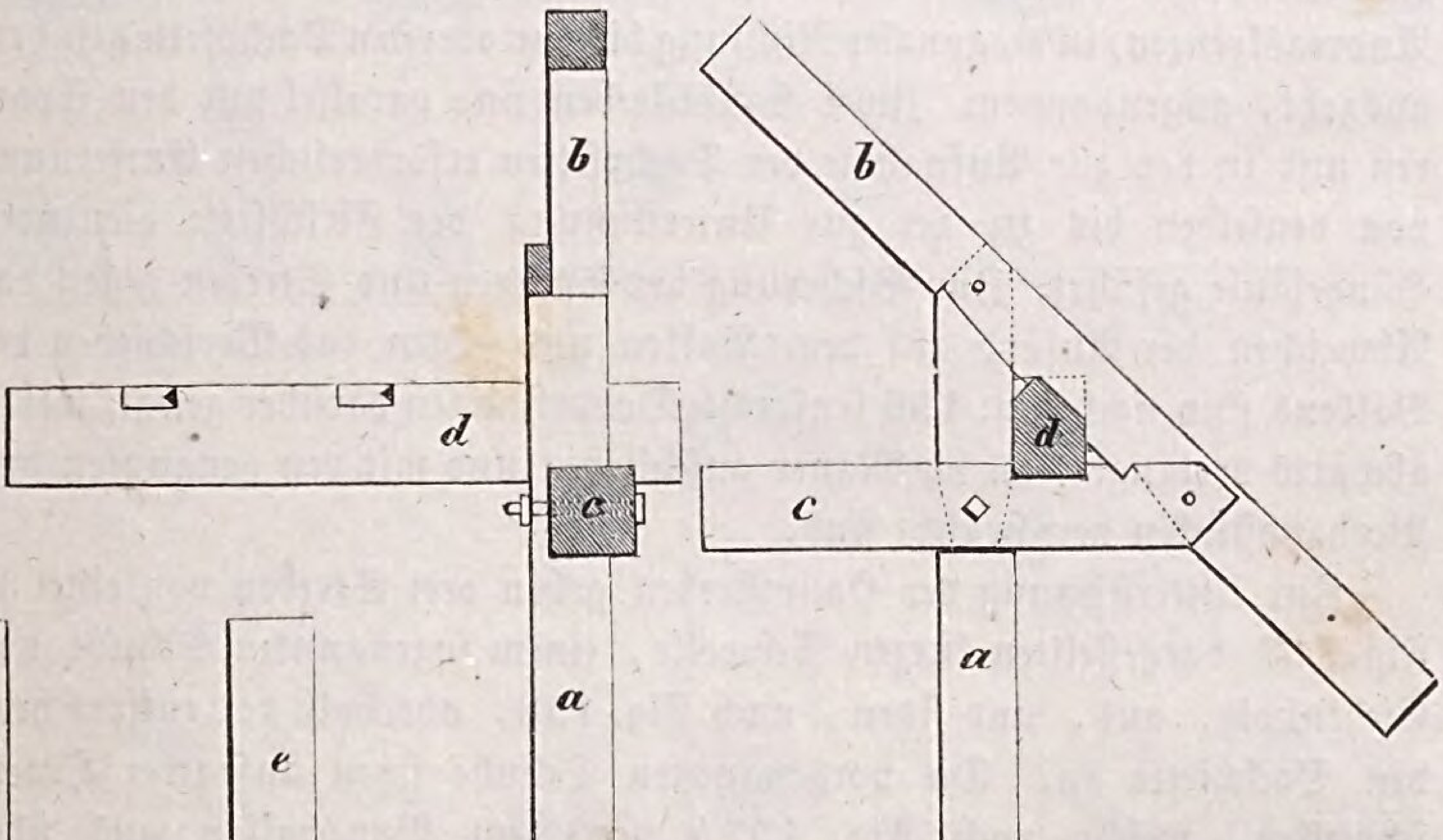


Fig. 153.



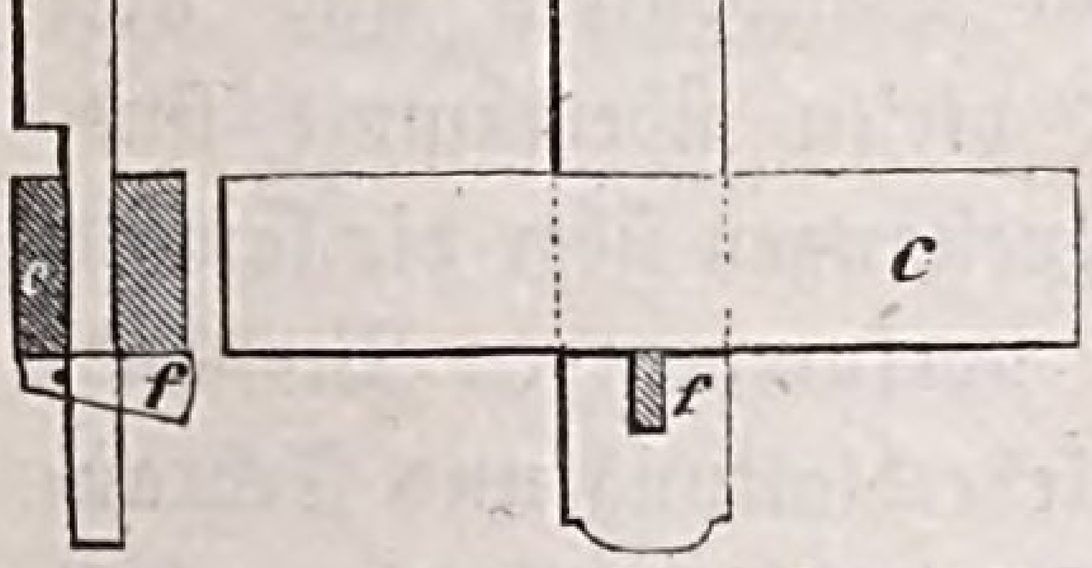


Fig. 154.

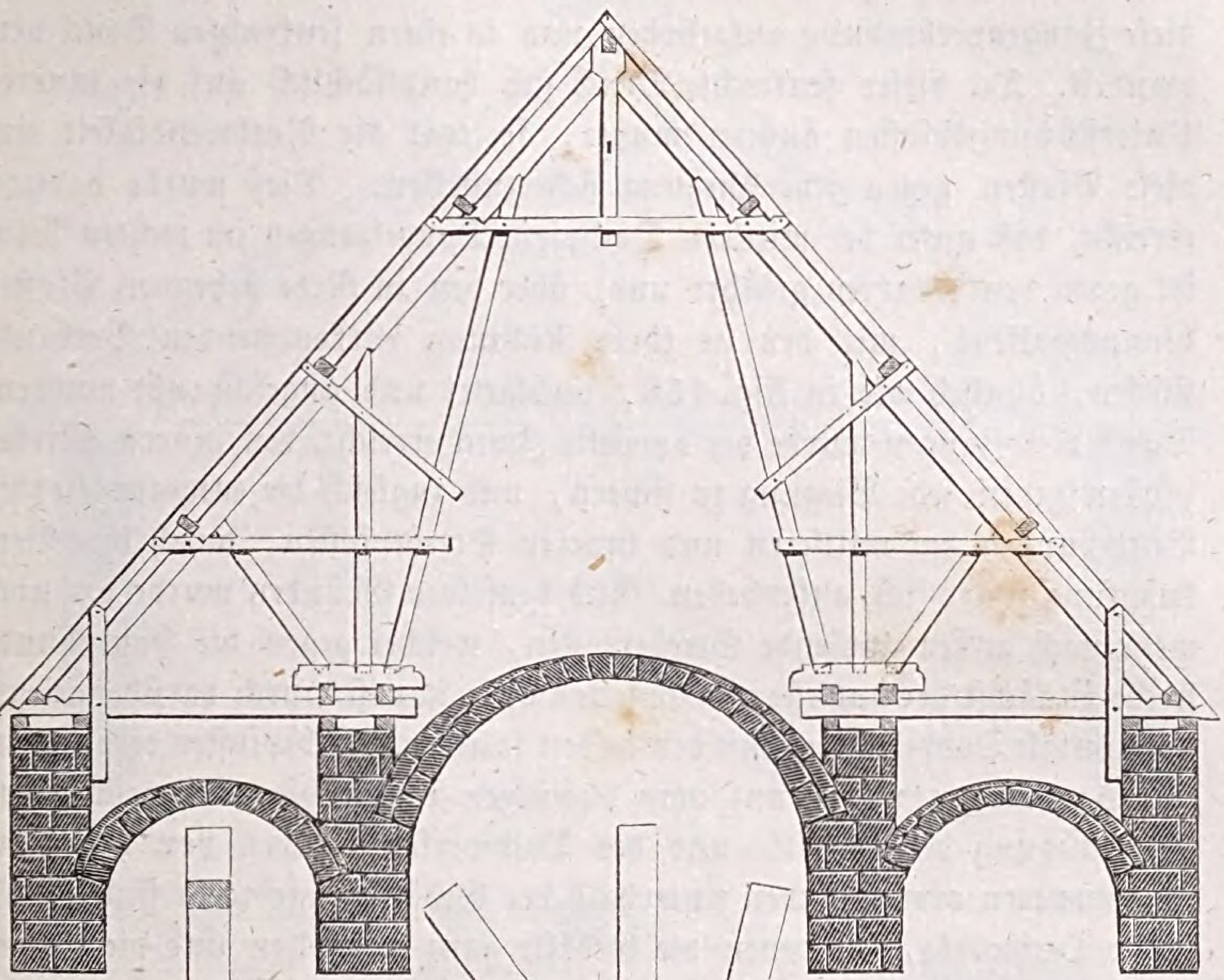
benen Keiles *f* stützt. Der durchgetriebene Keil wird durch einen Holznagel festgehalten. Ist auf diese Weise durch den stehenden Bund und das darüber gesetzte einfache Hängewerk die Unterstützung der Sparren bewerkstelligt, so wird nun durch zwei Zangen *gg*, welche von den Balken aus über sämmtliche Verbandstücke hinweg nach den gegenüberstehenden Sparren geführt und mit diesen schwalbenschwanzförmig überblattet werden, der Seitenschub der Sparren vollständig aufgehoben. Die Längenverbindung des Dachwerkes wird durch Zangenbüge von der mittlern Hängesäule nach der Firstpfette, und durch Andreaskreuze von Bundpfosten zu Bundpfosten hergestellt.

Wir geben in Fig. 155 die Construction eines Hängewerkes über durchbrochenem Gebälke, bei welcher das bei Herstellung der Krahnen befolgte System zur Unterstützung der Hauptstrebe angewendet und dadurch die eine Dachhälfte von der gegenüber befindlichen andern völlig unabhängig gemacht ist. Das Gebälke ruht auf den Umfangsmauern und den ebenfalls massiven inneren Längemauern von solcher Stärke, daß über denselben eine mehrfache Unterstützung angebracht werden konnte.

Zur Unterstützung der auf der äußersten Kante der Balken angesetzten Sparren waren drei Dachpfetten erforderlich, und zur Längenverspannung eine Firstpfette und Dachschwellen, von welchen letzteren ein System von Andreaskreuzen, in diagonaler Richtung bis zur obersten Dachpfette geführt, ausgeht, angenommen. Zwei Hauptstreben sind parallel mit den Sparren und in der zur Aufnahme der Dachpfetten erforderlichen Entfernung von denselben bis zu der zur Unterstützung der Firstpfette dienenden Hängesäule geführt. Zur Sicherung der Sparren und Streben gegen das Abweichen der Ansätze auf dem Balken und gegen das Verschieben des Balkens sind nach Fig. 156 senkrechte Doppelzangen darüber gelegt, welche abwärts verlängert an die Mauer anschließen und mit den genannten drei Verbandstücken verschraubt sind.

Zur Unterstützung der Hauptstreben gehen drei Streben von einer in Fig. 157 dargestellten kurzen Schwelle, einem sogenannten Schuhe von Eichenholz, aus, und sitzen, nach Fig. 158, oberhalb der entsprechenden Dachpfette an. Die vorgenannten Schuhe sitzen auf zwei Querschwellen, welche nach Fig. 157 *b* von dem Bundbalken aus über die zwei nächsten Balken greifen und mit diesen überkämmt sind. Unter der obersten Pfette sind horizontale Doppelzangen über die sämmtlichen an diesem obern Theile des Bundes vorkommenden Verbandstücke geführt, und verbinden dieselben durch Ueberblattung und Schrauben zu einem unverschieblichen Ganzen. Der Seitenschub aller innerhalb

Fig. 155.



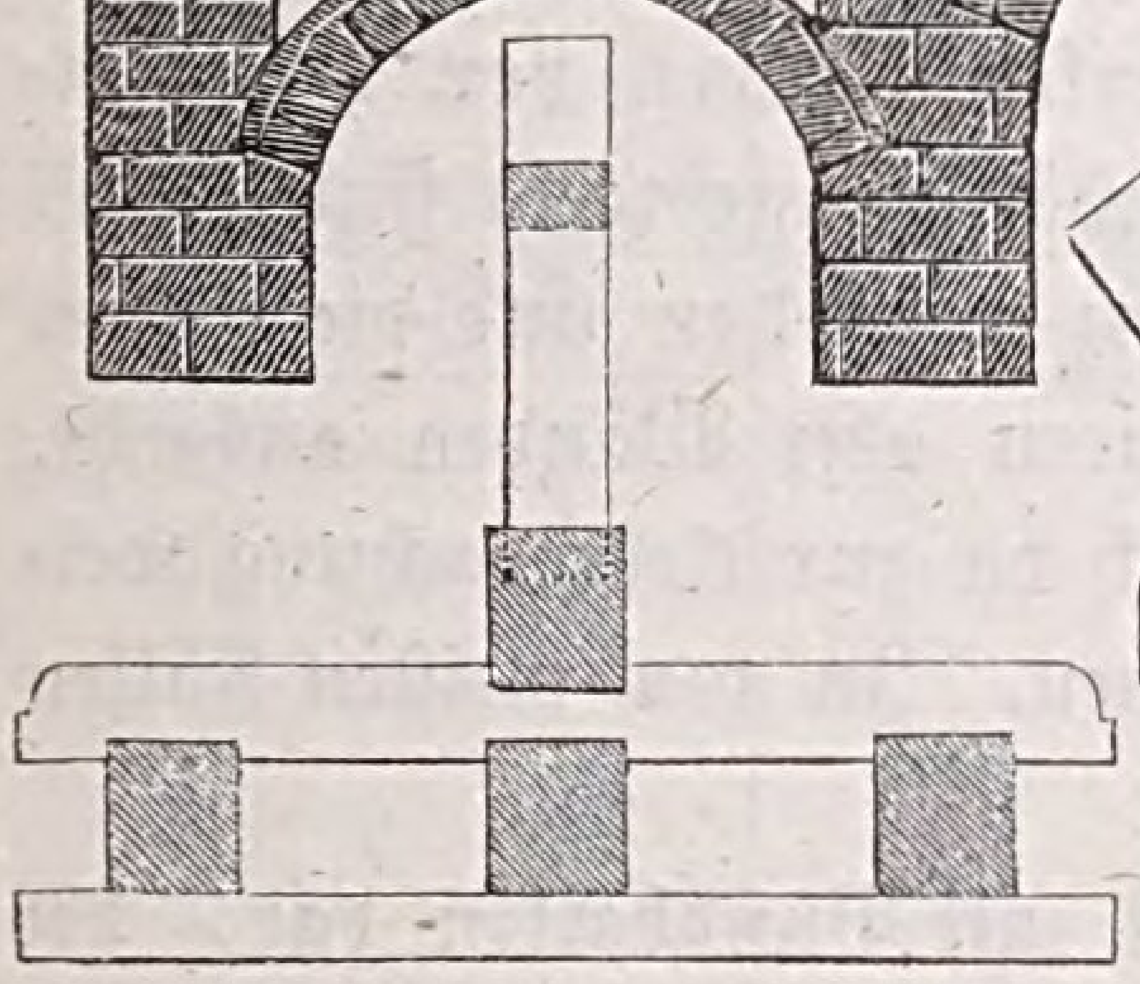


Fig. 157b.

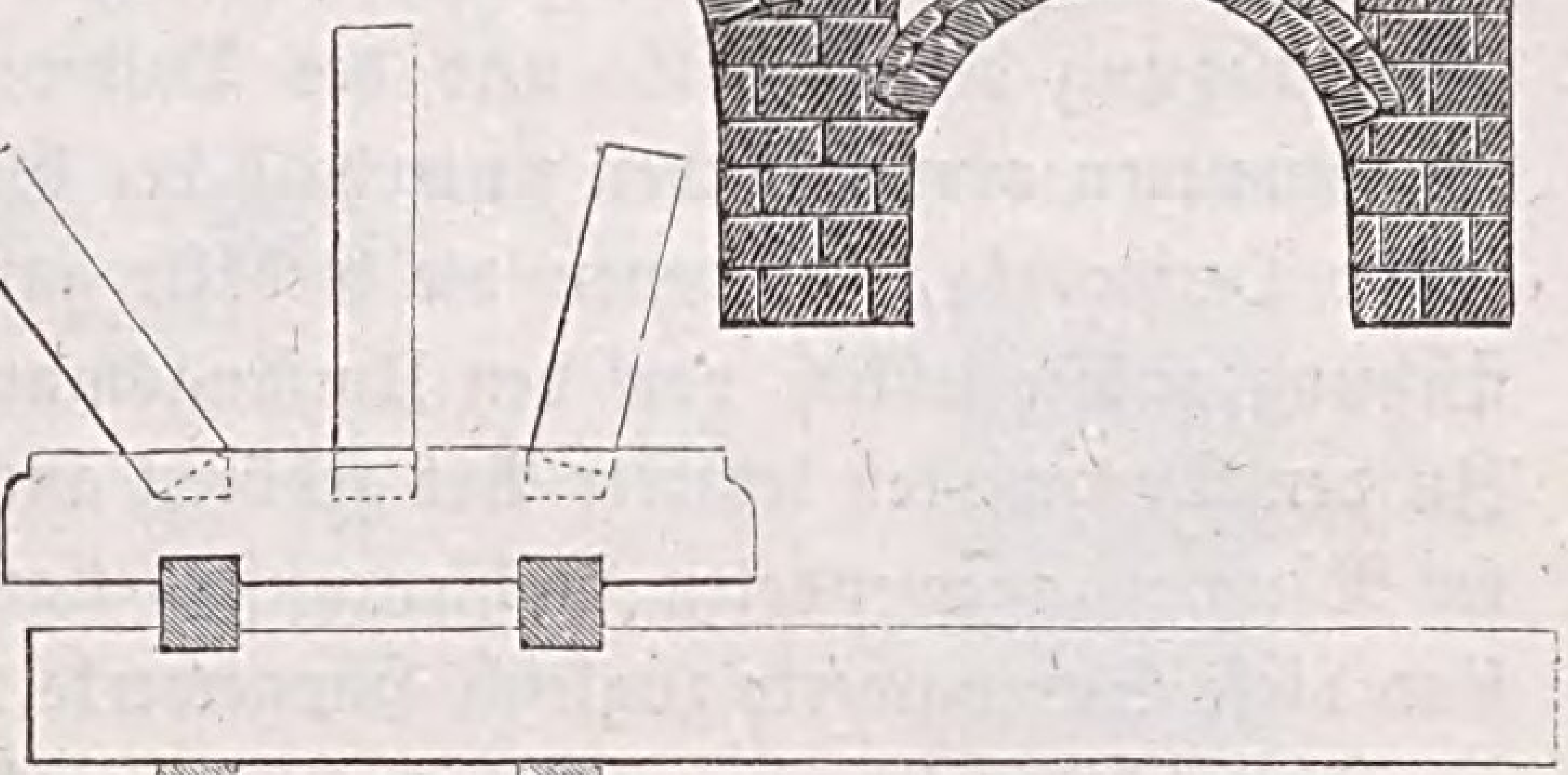
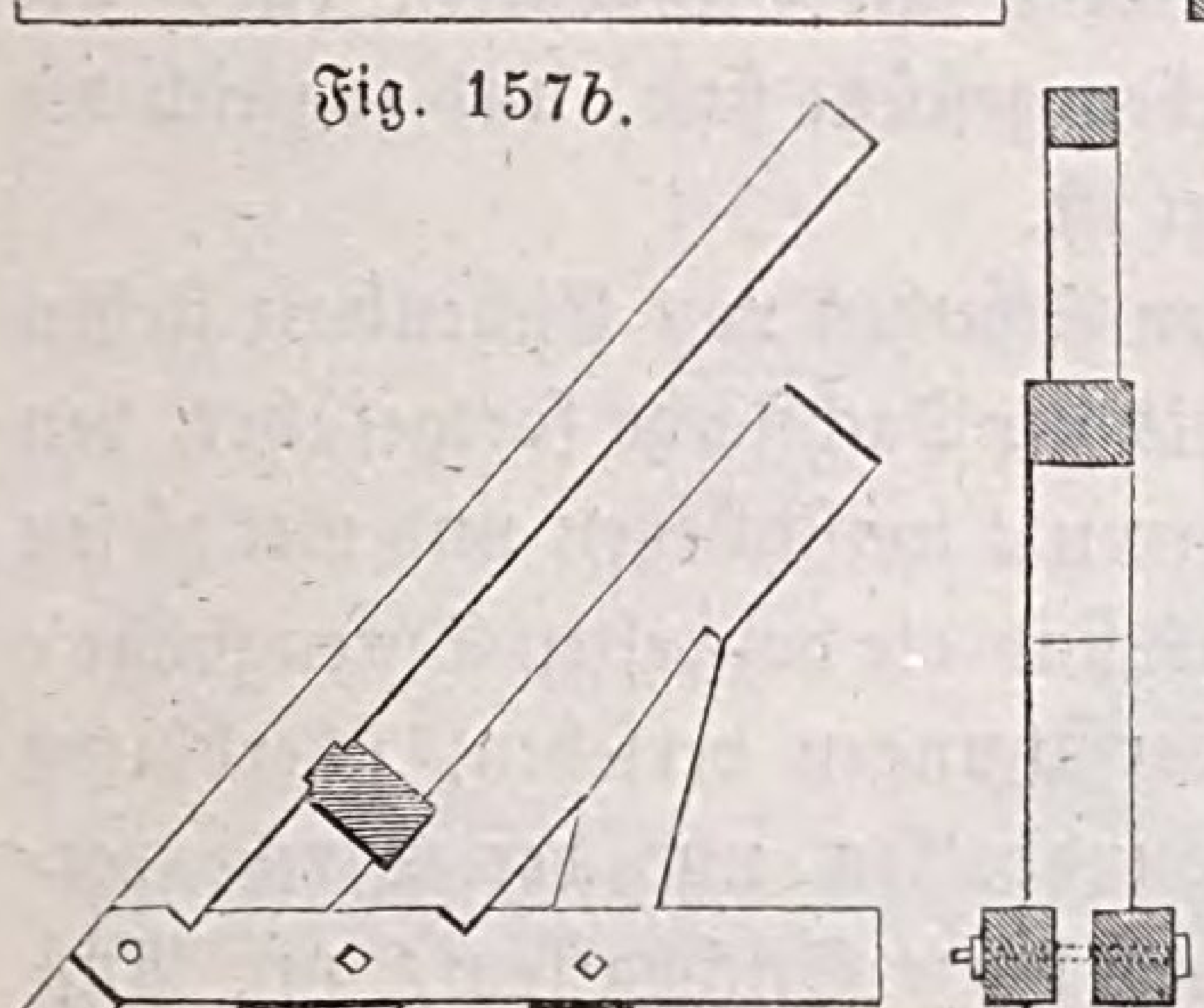


Fig. 157.



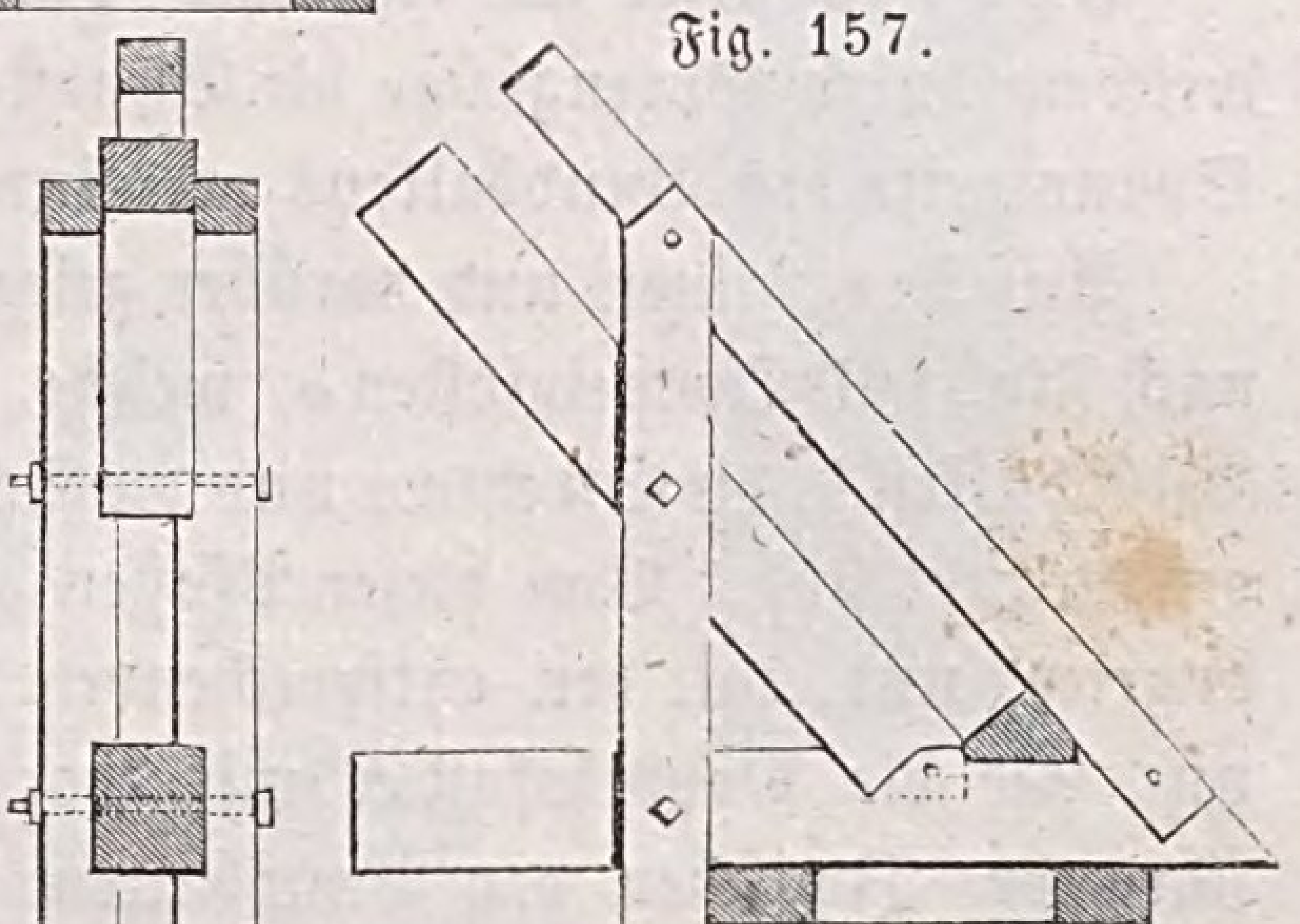


Fig. 158.

Fig. 156.

dieses fest abgeschlossenen Dreiecks befindlichen Constructionstheile ist durch diese Zangenverbindung aufgehoben und in einen senkrechten Druck verwandelt. Da dieser senkrechte Druck sich hauptsächlich auf die inneren Unterstützungspfosten äußern mußte, so trat die Nothwendigkeit ein, diese Pfosten gegen jede Biegung sicherzustellen. Dieß wurde dadurch erreicht, daß unter der mittlern Dachpfette Doppelzangen im rechten Winkel gegen den Sparren geführt und, über den in Rede stehenden Pfosten hinausgreifend, mit den in ihrer Richtung vorkommenden Verbandstücken, ähnlich wie in Fig. 158, verblattet und angeschraubt wurden. Durch diese Zangen wurde der doppelte Zweck erreicht, den innern Strebepfosten gegen jede Biegung zu sichern, und zugleich die entgegengesetzten Bestrebungen der mittleren und inneren Strebepfosten, durch ihre Verknüpfung unter sich, aufzuheben. Aus denselben Gründen wurde der noch mehr nach außen wirkende Strebepfosten, welcher gegen die Hauptbundstrebe zunächst der untersten Dachpfette angebracht ist, durch darüber gelegte horizontale Doppelzangen mit den beiden inneren Strebepfosten verbunden.

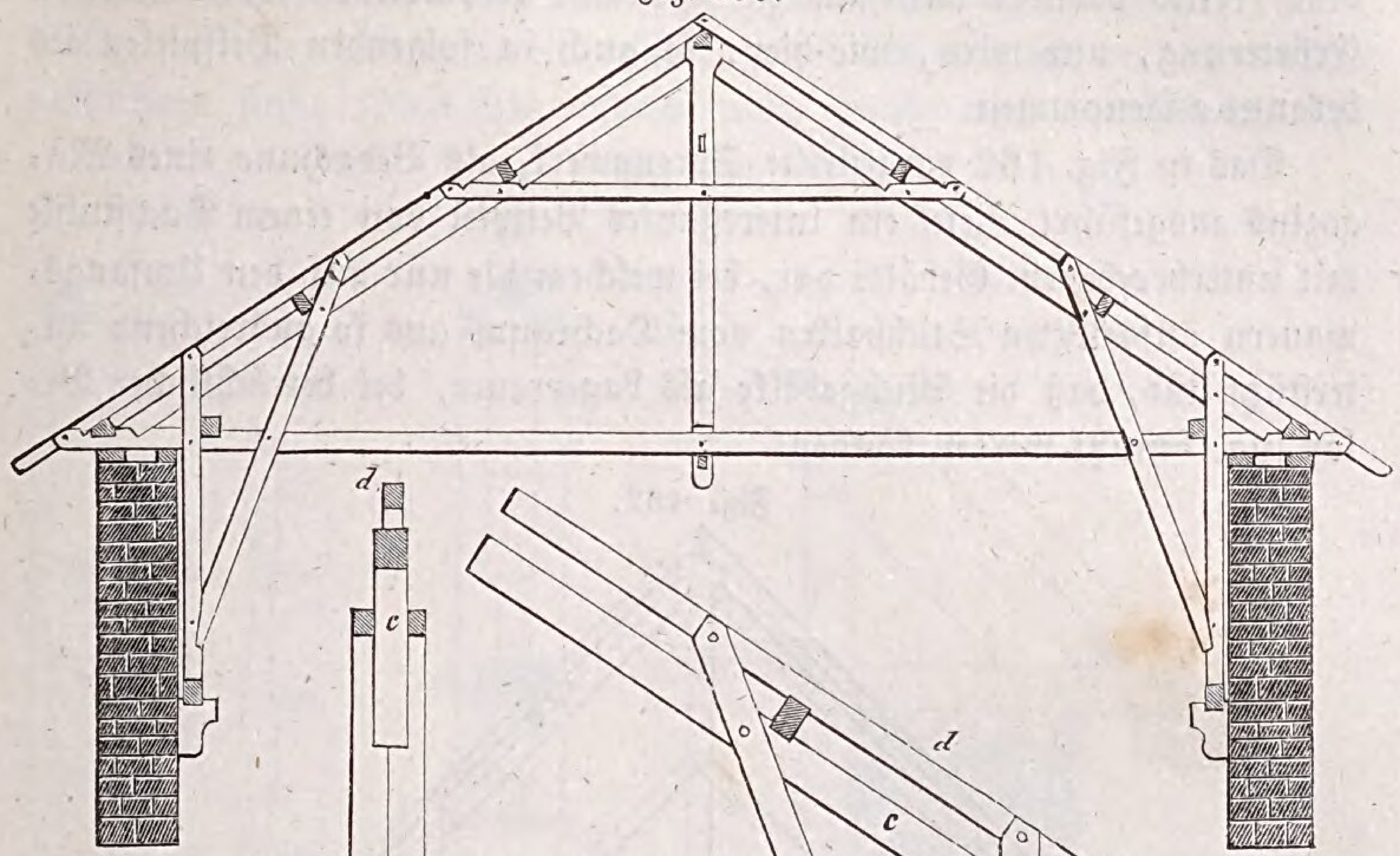
Sprengwerke nennt man diejenigen Dachstühle, bei welchen zur Unterstützung der Gebälke und des Dachwerkes Streben von den Umfangsmauern oder Wänden unterhalb der Gebälke angebracht sind, oder solche Dachwerke, bei denen die Gebälke ganz wegfallen und die Unterstützung ausschließlich von den Umfangsmauern oder Wänden ausgeht. Zu den Dachwerken letzterer Art gehören auch die zur Ueberdachung weiter Räume angewendeten Bohlenconstructionen. In den meisten Fällen sind diese Sprengwerke zugleich Hängewerke.

Fig. 159 stellt ein einfaches Hängewerk mit Bundbalken dar, bei welchem durch Sprengbüge die Bundstreben gestützt sind, und zugleich die Spannweite des Bundbalkens vermindert ist.

Auf Tragsteinen und darüber gelegten Schuhen von Eichenholz stehen nach Fig. 160 Doppelpfosten *a*, welche, bis zur Dachfläche fortgeführt, den Bundbalken *b*, die Streben *c* und die Sparren *d* umschließen und mit diesen verschraubt sind. Von diesen Pfosten aus sind die doppelten Sprengbüge *e* angesetzt und, mit den entsprechenden Versatzungen versehen, überblattet und wie die Doppelpfosten mit dem Bundbalken und der Strebe verschraubt. Zwischen den Bundbalken sind kurze Stichbalken *f* zur Aufnahme der Sparren angenommen, welche mit einer über den Bundbalken gelegten und mit demselben verschraubten Schwelle *g* im Schwalbenschwanze nach Fig. 161 verkämmt sind.

Wie bei diesem Dachstuhle die Hängesäule mit dem Bundbalken zu verbinden und die nöthige Längenverbindung herzustellen ist, bedarf nach

Fig. 159.



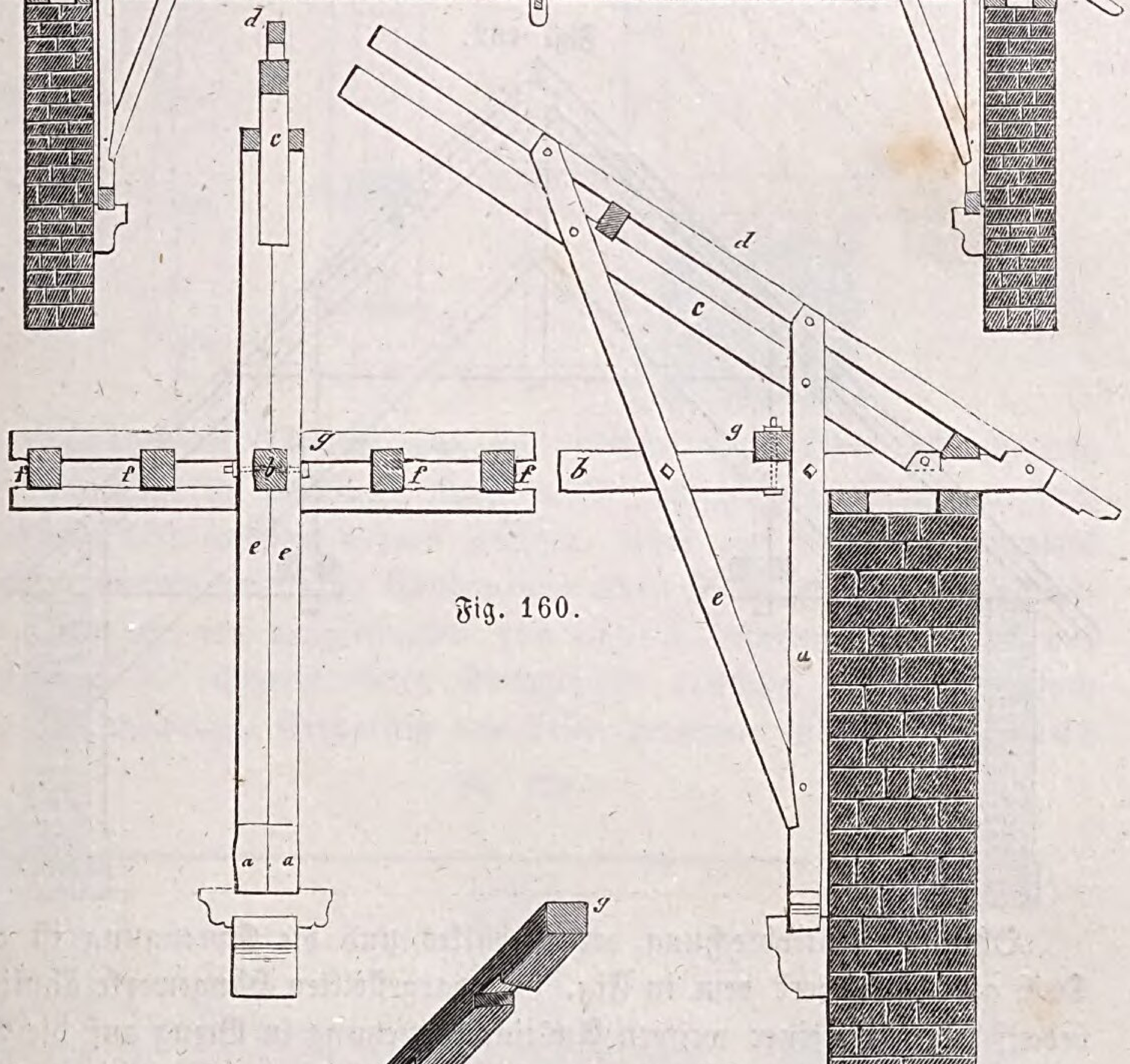


Fig. 160.

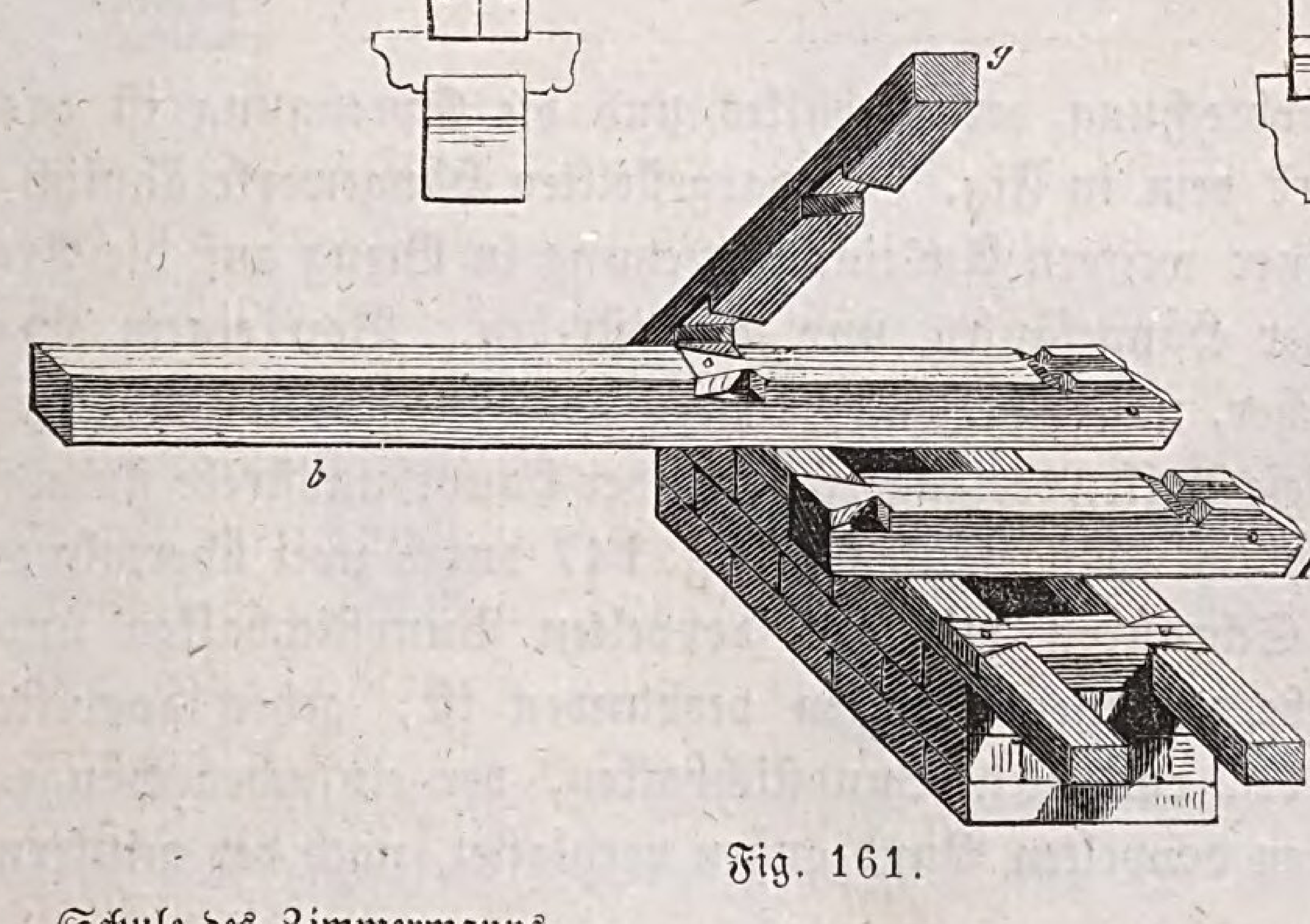
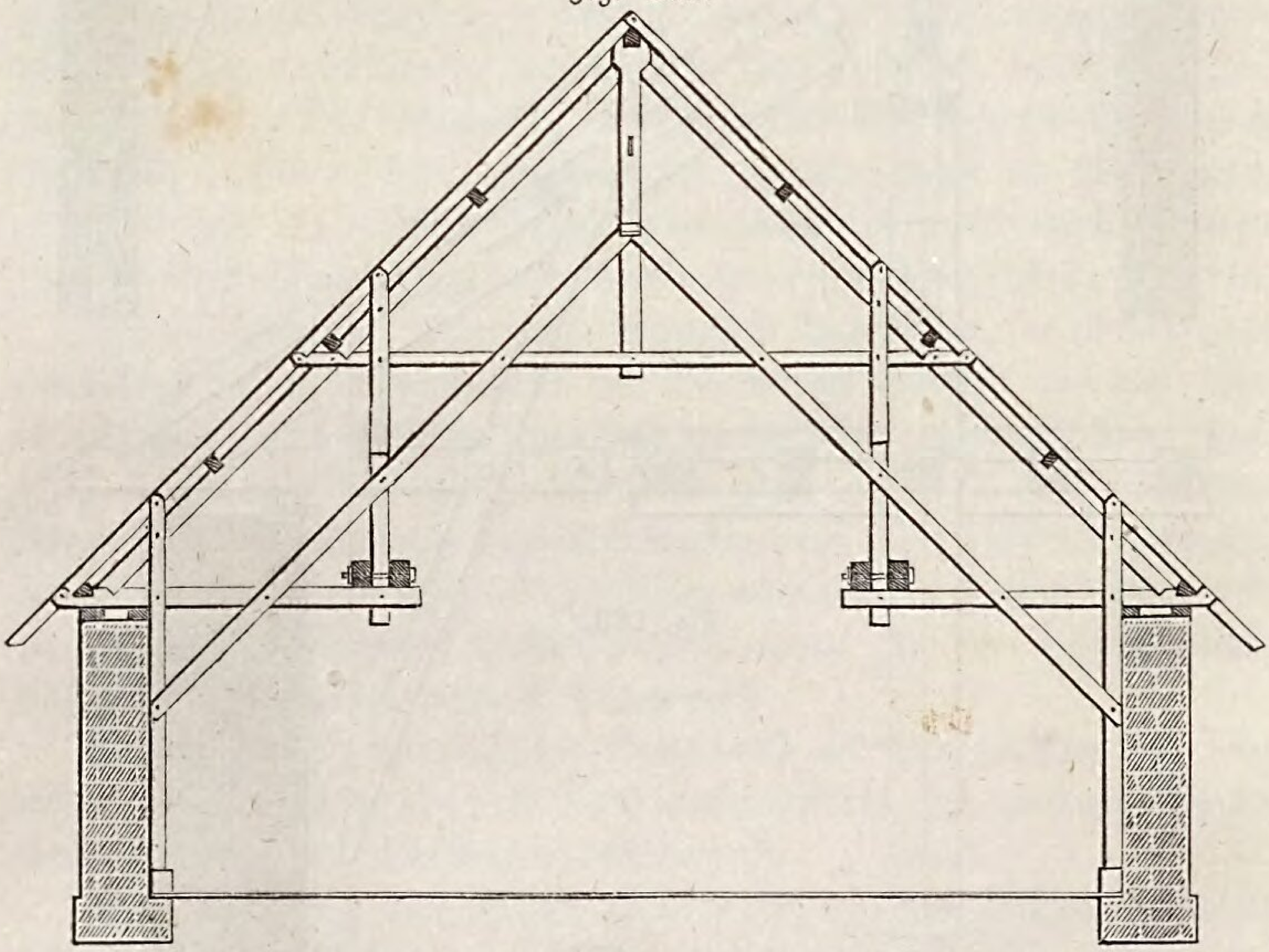


Fig. 161.

dem bereits darüber mehrfach zur Sprache gekommenen keiner weitern Erörterung, und wird, wie hier, so auch in folgenden Beispielen als bekannt angenommen.

Das in Fig. 162 dargestellte Sprengwerk, als Bedachung eines Magazins ausgeführt, bietet ein interessantes Beispiel von einem Dachstuhle mit unterbrochenem Gebälke dar, bei welchem die nur auf den Umfangsmauern aufgelegten Stichbalken vom Dachraum aus so ausreichend unterstützt sind, daß die Stichgebälke als Lagerraum, bei beträchtlicher Belastung, benutzt werden können.

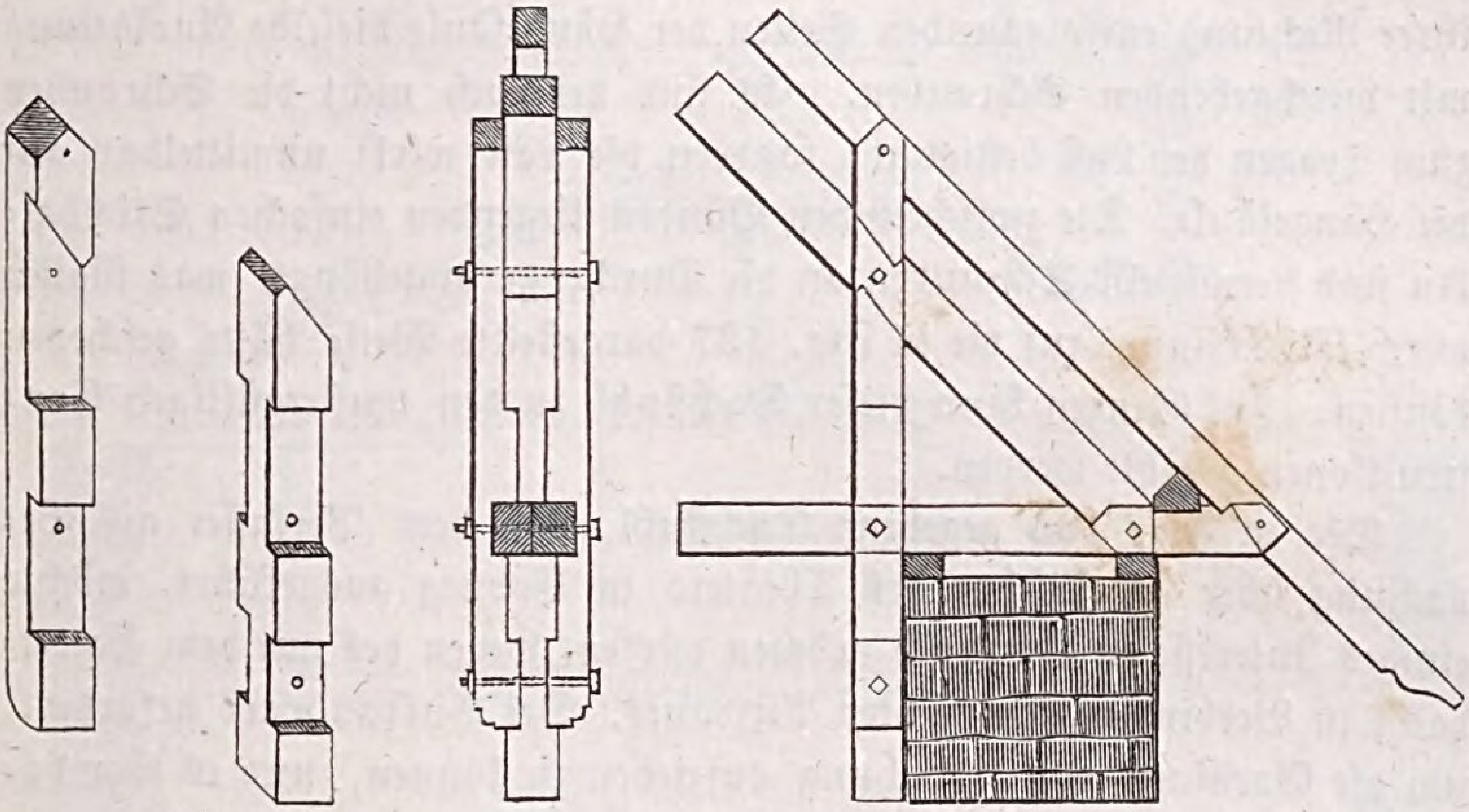
Fig. 162.



Ohne die Unterbrechung des Gebälkes und die Sprengung ist das Dach als Hängewerk dem in Fig. 147 dargestellten Hängewerke ähnlich, bedarf demnach keiner weitern Auseinandersetzung in Bezug auf die Art der Verbindung der Hängesäulen und Bundstreben. Von einem einfachen Pfosten, welcher, nach Fig. 163 von den doppelten Bundstichbalken umschlossen, über diese Balken verlängert, unter der Hauptbundstrebe stumpf ansetzt, und dabei wie die Hängesäulen in Fig. 147 durch zwei überzahnte Hölzer vermittelst Schrauben mit den doppelten Bundstichbalken und der Hauptbundstrebe zu einem Ganzen verbunden ist, gehen doppelte Sprengbüge, mit den doppelten Bundstichbalken, der einfachen Hängesäule und den oberen doppelten Bundzangen verblattet, nach der mittlern

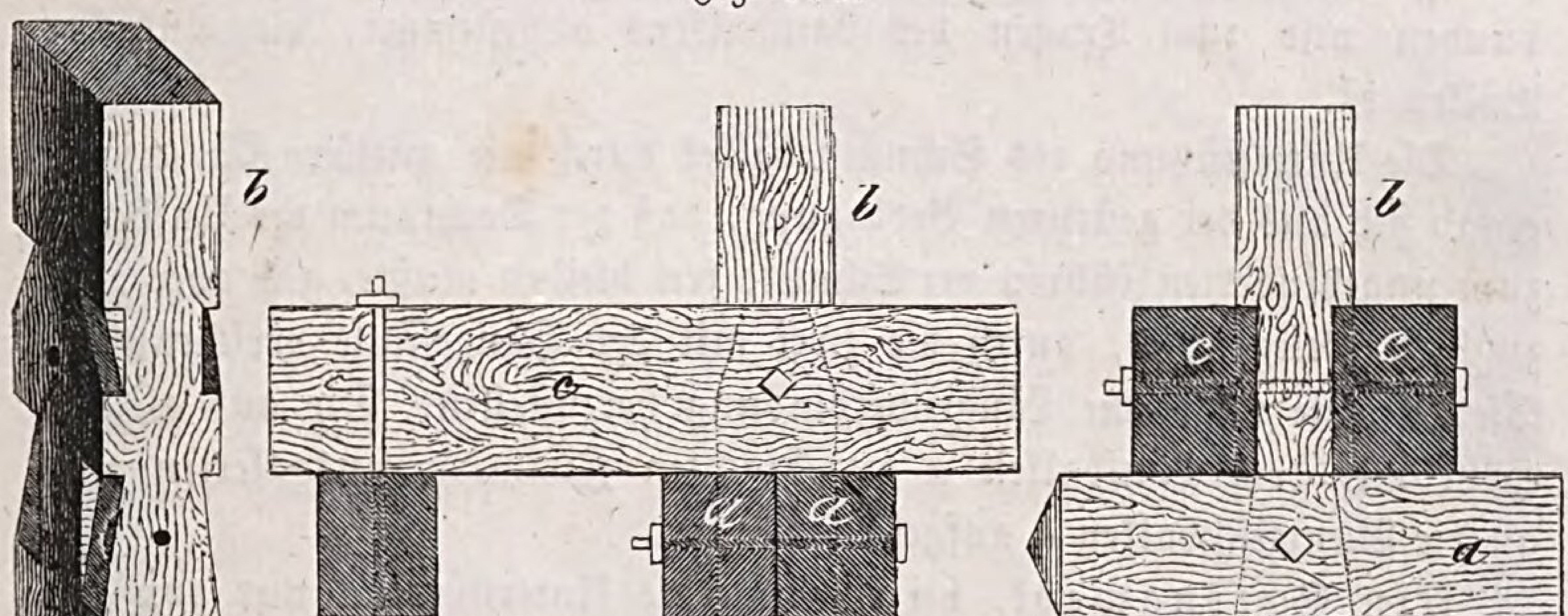
einfachen Hängesäule, wo sie stumpf zusammenstoßen und durch Schrauben, welche auf einer Unterlageplatte sitzen, unter sich und mit der Hängesäule verbunden sind. Diese Sprengbüge nun, welche von den Wandpfosten

Fig. 163.



aus aufwärts als Streben, von der mittlern Hängesäule aus abwärts als Hängebüge zu betrachten sind, welche sonach zerdrückt und zugleich der Länge nach zerrissen werden müßten, bevor eine Bewegung abwärts eintreten könnte, geben der Construction einen so hohen Grad von Festigkeit, daß von den aufgehängten und zugleich gesprengten Säulen mit Sicherheit die schwerbelasteten Stichgebälke getragen werden. Einfach und auf möglichste Ersparniß von Eisen berechnet ist die in Fig. 164

Fig. 164.



dargestellte Verbindung der Hängesäulen mit den Stichbalken und Durchzügen. Die doppelten Bundstichbalken *a* sind auf den vierten Theil der

Stärke der Hängesäule *b* im Schwalbenschwanz mit abwärts gerichteter Erweiterung überblattet, und werden durch eine Schraube von geringer Stärke zusammengehalten; die ebenfalls doppelten Durchzüge *c*, nach entgegengesetzter Richtung über die Bundstichbalken gelegt, haben an den ihrer Richtung entsprechenden Seiten der Hängesäule dieselbe Anblattung mit durchgehenden Schrauben. Es sind demnach nicht die Schrauben zum Tragen der Last bestimmt, sondern die Last wirkt unmittelbar auf die Hängesäule. Die zwischen den Bünden liegenden einfachen Stichbalken sind vermittelst Schrauben an die Durchzüge angehängt, was füglich durch Eisenbänder auf die in Fig. 137 dargestellte Weise hätte geschehen können. Im Ganzen kann dieser Dachstuhl zu den mustergültigen Constructionen gezählt werden.

Der in Fig. 165 gegebene Dachstuhl, von dem Verfasser als Bedachung über der Bühne des Theaters in Coburg ausgeführt, möchte einiges Interesse in Anspruch nehmen dürfen, wegen des mit dem Hauptdache in Verbindung gebrachten Aufbaues. Der Aufbau ward gefordert, um die Gardinen ohne Brechung aufziehen zu können, und es war damit zugleich die Bedingung gestellt, daß der Dachraum auf die Breite des Aufbaues bis zur Höhe des durchlaufenden Gebälkes, des Schnürbodens, frei bleiben müsse, sonach keine Längenverbindung innerhalb dieses Raumes angebracht werden dürfe. Ich übergehe die an diesem Dachstuhle angewendeten einzelnen Verbindungen, und bemerke nur, was aus der Fig. 165 nicht gut ersehen werden kann, daß nämlich die Laufbalken *a* und die Bundstichbalken *b* doppelt sind, während der vermittelst Querriegel auf die Bundstichbalken fest angesetzte Balken *c*, mit der Hängesäule verbunden und zum Tragen des Laufbalkens *a* bestimmt, ein einfacher Balken ist.

Die Unterstützung des Schnürgebälkes durch die mittlere Hängesäule ergab sich aus der gestellten Bedingung, daß der Dachraum des Aufbaues zum ungehinderten Führen der Schnüre frei bleiben mußte, gab aber auch zugleich Gelegenheit, durch die zwei mit der Hängesäule verschraubten Pfetten eine wirksame Längenverbindung herzustellen. Die auf gleicher Höhe mit dem Laufbalken *a* angebrachten Zimmermannsgalerien sind an die Bundstichbalken *b* aufgehängt.

Ein Sprengwerk, bei welchem die Unterstützung nur von den Umfangsmauern ausgehet, ist in Fig. 166 dargestellt. Es ist dieß der von Moller entworfene Dachstuhl über der Reitbahn zu Wiesbaden, dessen Construction sich vollkommen bewährt hat. Das Dach ist ein Pfettendach, und die zur Unterstützung der Deckpfetten angebrachten Bund-

sparren greifen als solche, bei ihrer Unterschneidung im First, mit Scherenzapfen in einander. Die vor die Umfangsmauern gestellten Pfosten *a*, von

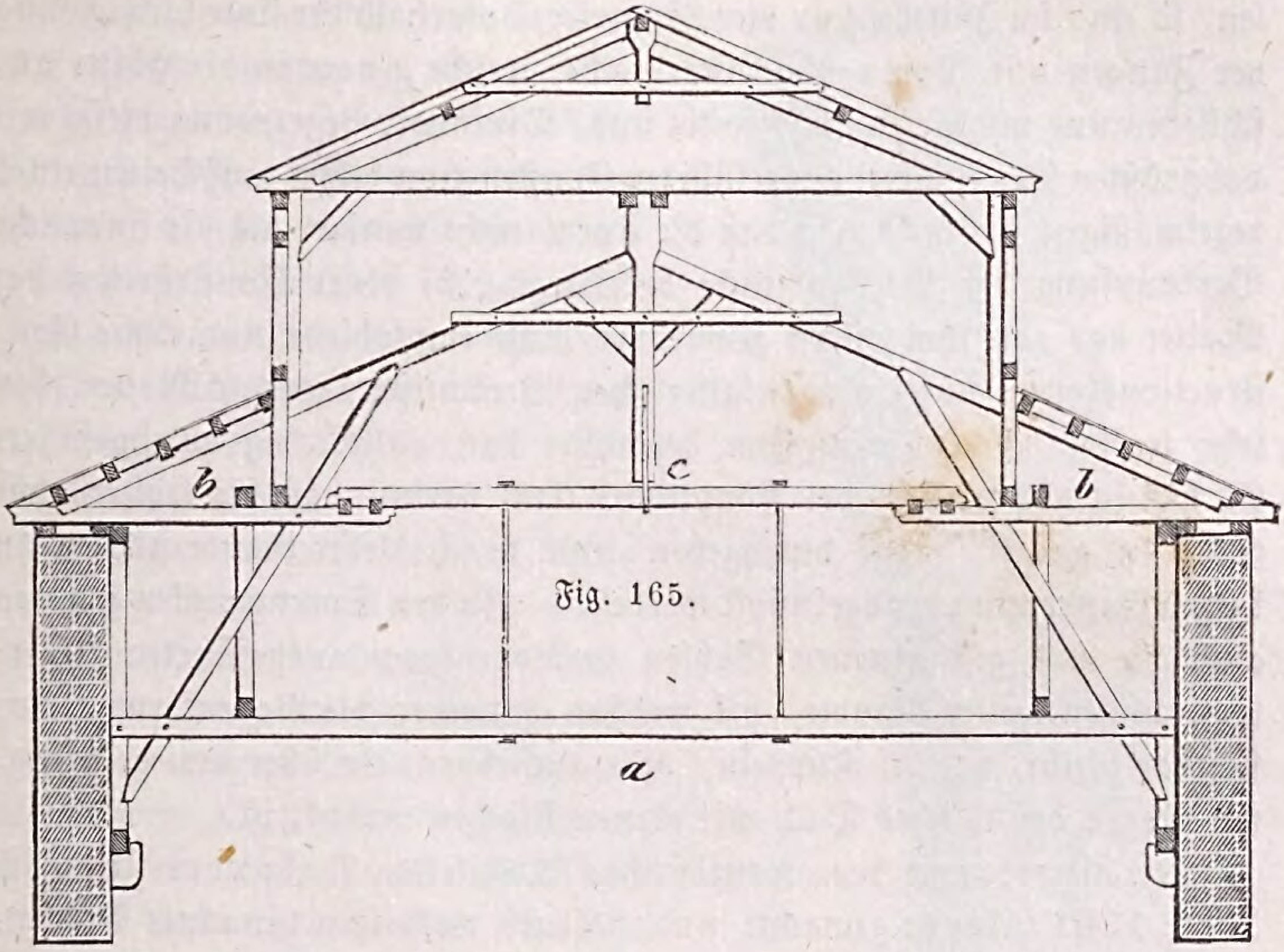


Fig. 165.

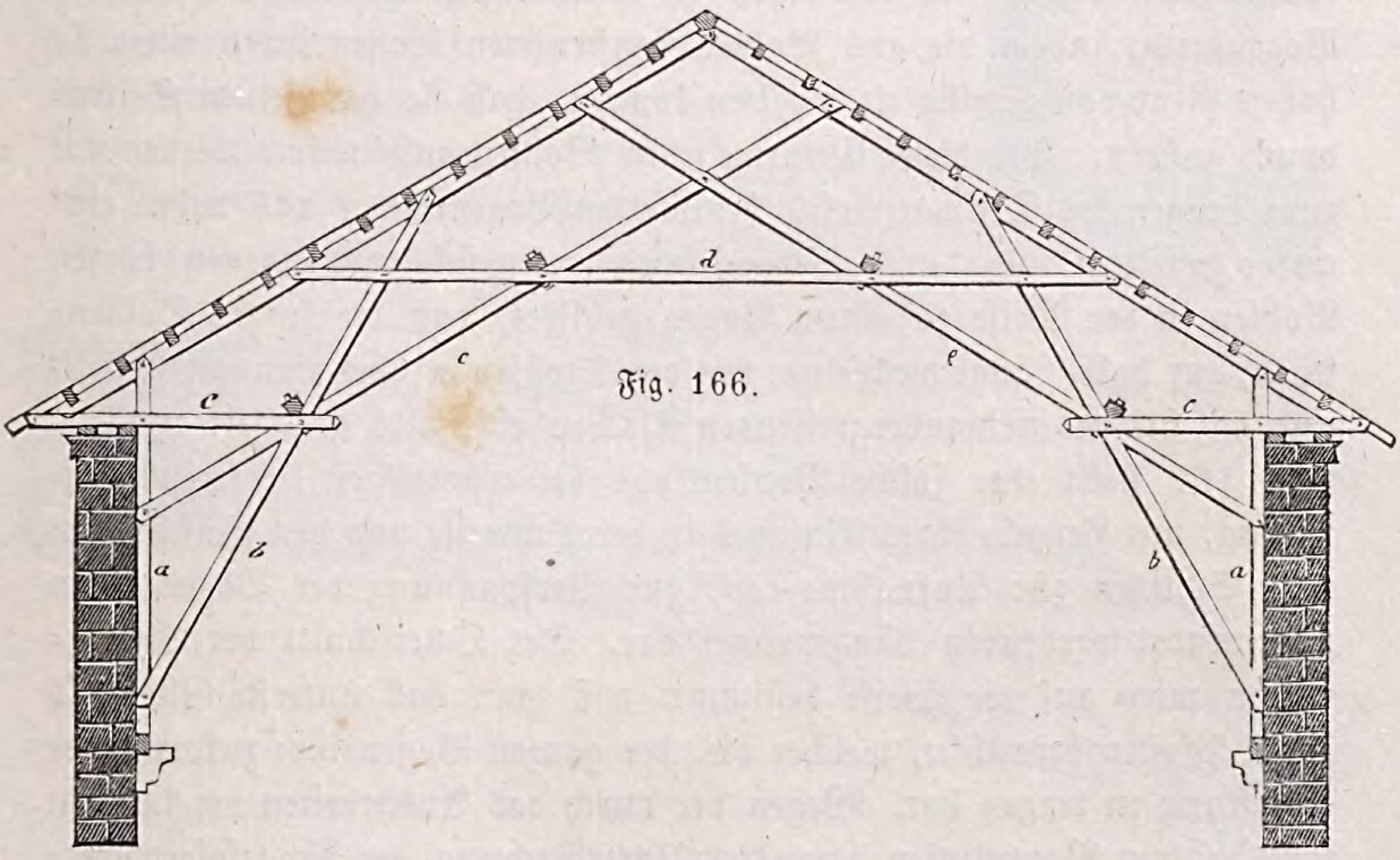


Fig. 166.

denen die Sprengbüge *b* und *e* ausgehen, sind, wie diese selbst, doppelt, eben so die Bundstichbalken *c* und die horizontalen Spannzangen *d*. Die

oberen Sprengbüge *e* sind einfach und bei ihrer Durchkreuzung zur Hälfte überschnitten. Da die Deckpfetten allein schon eine Längeverbindung herstellen, so sind im Innern nur vier Längeriegel oberhalb der Durchschneidung der Zangen und Sprengbüge angebracht, welche genau an die Hölzer anschließen und mit diesen verschraubt sind. Die innere Begrenzung dieser mit der größten Genauigkeit ausgeführten Construction bildet fünf Seiten eines regelmäßigen Zehnecks, so daß die Form nicht weniger als die sinnreiche Verknüpfung der Verbandstücke befriedigt. In dieser Construction hat Moller das von ihm zuerst gewürdigte und empfohlene natürliche Constructionssystem unserer mittelalterlichen Werkmeister, welches Moller eben sehr treffend als Knotensystem bezeichnet hat, vollständig durchgeführt. Es besteht das System der Hauptsache nach darin, daß die Hölzer ohne Stoß in ganzer Länge durchgehen und durch Uebereinandergreifen in kurzen Entfernungen abgeknüpft werden. — Zu den Sprengwerken gehören auch die aus geschnittenen Bohlen in Bogenform ausgeführten Ueberspannungen weiter Räume, bei welchen entweder die Bogenform außen sichtbar bleibt, wie bei Kuppeln, oder auch durch ein über dem gesprengten Bogen befindliches Dach mit ebenen Flächen verdeckt ist.

Die ältere, von dem französischen Architekten Delorme schon im Jahre 1561 bekannt gemachte und deßhalb nach ihm benannte Bohlenconstruction eignet sich besonders zu Dachungen mit außen sichtbarer Bogenform, indem die aus Bohlen construirten Bogenrippen einen so hohen Grad von Steifigkeit erhalten können, daß sie gar keinen Seitendruck äußern. Bei dieser Delorme'schen Bohlenconstruction werden die zum Tragen des Deckmateriales bestimmten Bogenrippen aus neben einander gestellten und durch Vernagelung unter sich verbundenen kurzen Bohlen in der Weise zu einem Bogen gebildet, daß die kurzen Bohlenstücke, auf halbe Länge wechselnd, mit den Stoßfugen über einander gestellt und auf beiden ineinandergreifenden Flächen ebenfalls genagelt werden. Fig. 167 stellt eine solche Bohlenrippe bei erstmaliger Uebereinandersetzung, mit Angabe ihres Einsatzes in der Schwelle und den Einschnitten und Schlitzen zur Aufnahme der, zur Verspannung der Bogenrippen angewendet werdenden Längenriegel dar. Der Querschnitt der Bohlenrippen wird auf die Weise bestimmt, daß man das unterste Glied als einen Pfosten betrachtet, welcher die, der ganzen Bogenrippe zukommende Belastung zu tragen hat. Wegen der durch das Ausarbeiten der inneren und äußeren Bogenlinien bewirkten Unterbrechung der Längefasern werden die Bohlen möglichst breit, dabei aber, wegen der durch öfteres In- und Uebereinandergreifen bewirkt werdenden größern Steifigkeit, von ge-

ringer Dicke angewendet. Zu den größten Bohlenconstructionen Deutschlands nach diesem Systeme zählt die von Moller ausgeführte Kuppel der katholischen Kirche zu Darmstadt, welche einen Durchmesser von 33½ Meter hat. Zur Bildung der Bogenrippen sind zu dieser Construction gleich starke Bohlenstücke 15 Zoll breit 2 Zoll dick und 9½ Fuß lang, nach großherzoglich Hessischem Maße genommen, verwendet worden. Die Bohlenrippen gehen nicht alle auf die ganze Höhe durch, sondern es befinden sich zwischen jeder auf die ganze Höhe durchgehenden Hauptrippe kurze Zwischenrippen, welche etwa ⅔ der Länge der ersteren haben. Die ganze Kirche wird durch ein Oberlicht vom Schluß der Kuppel aus beleuchtet, welches einen Durchmesser von 30 Fuß oder 7½ Meter hat. Den Abschluß dieses Oberlichtes bilden zwei, aus dreifach über einander genagelten Bohlen bestehende Kränze, an welche die Bohlenrippen nach Fig. 168 sich anschließen. Die Hauptrippen bestehen vom Fuße der Kuppel bis auf halbe Höhe aus fünf neben einander stehenden Bohlen, während der obere Theil nur aus drei Bohlen besteht.

Fig. 167.

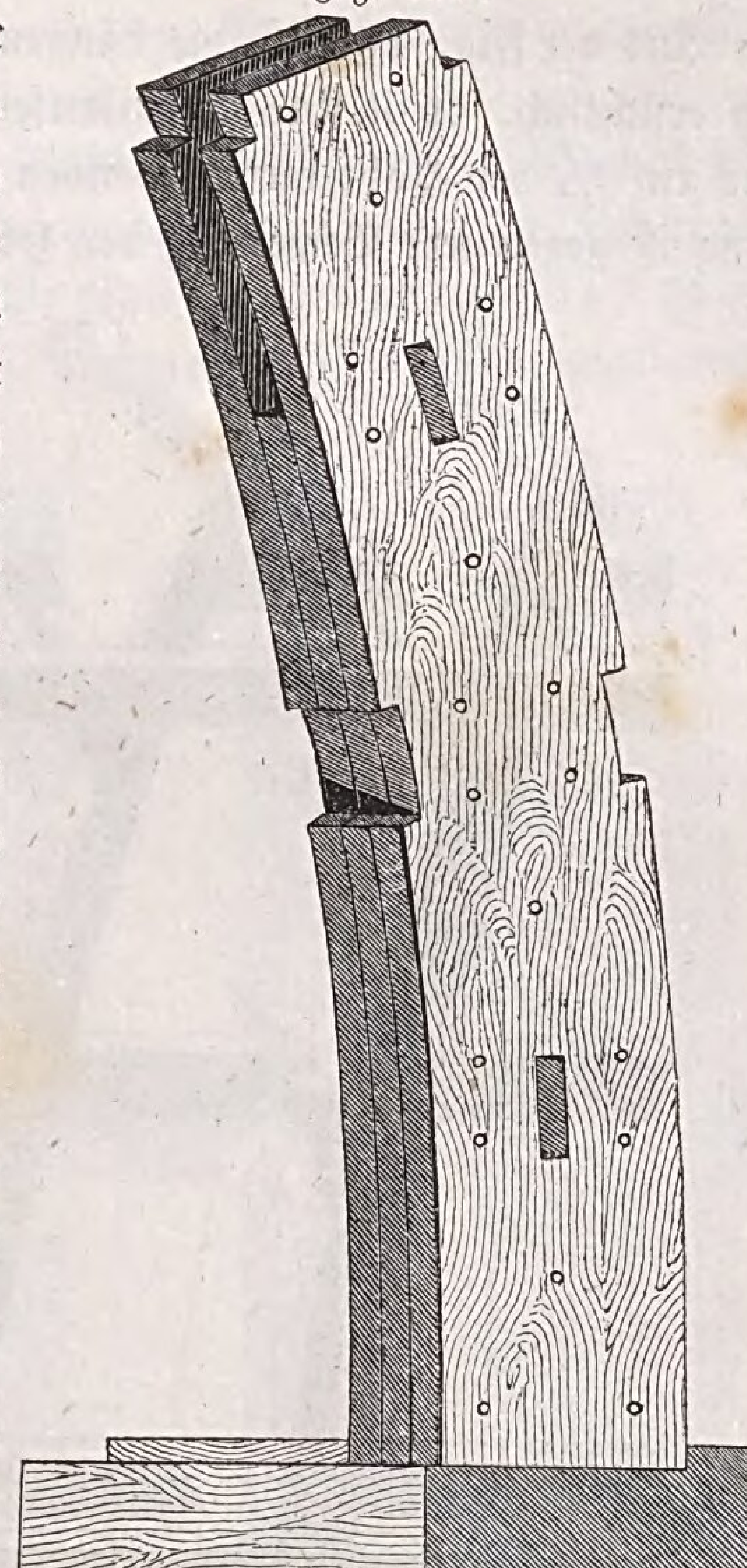
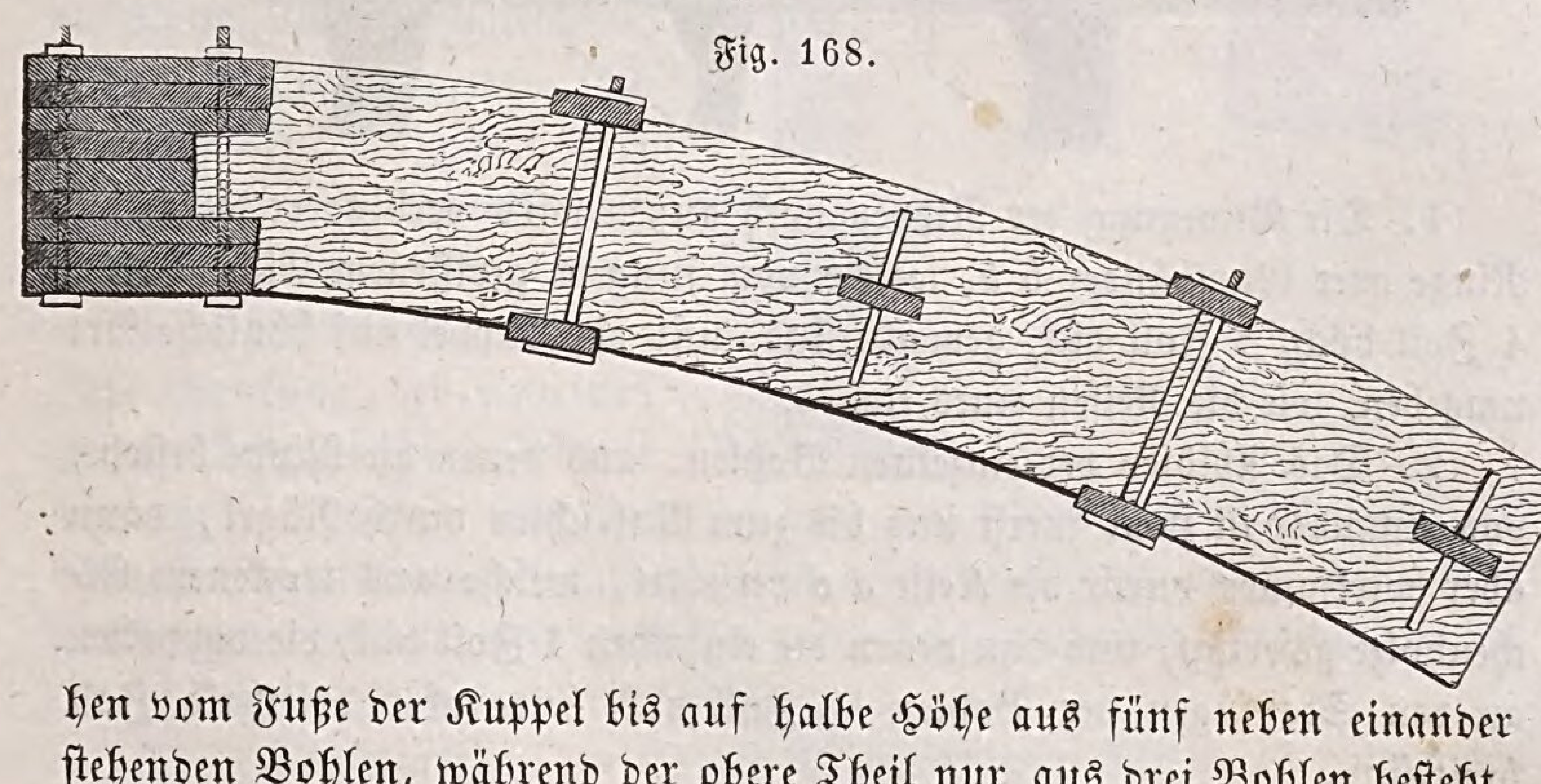


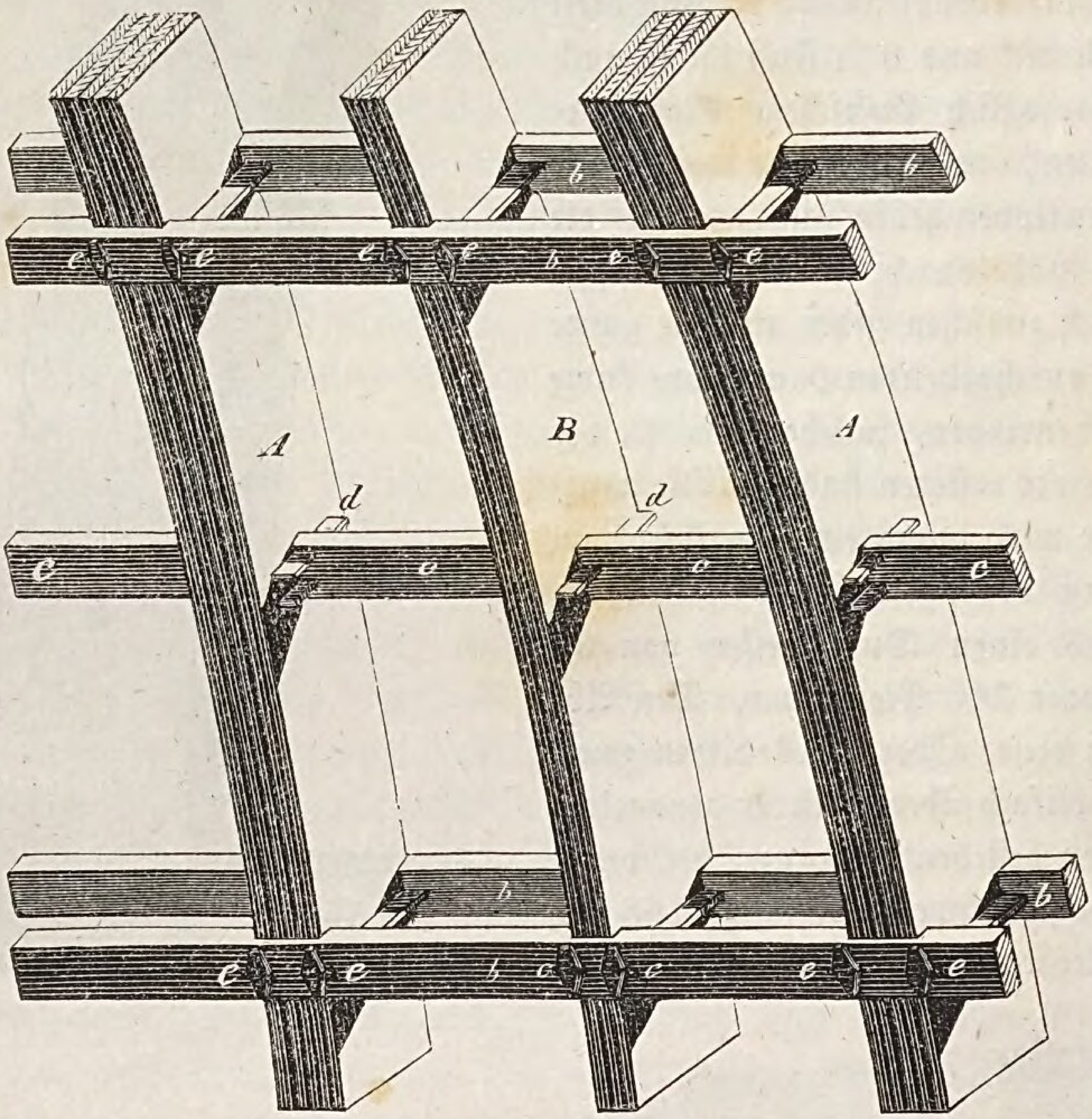
Fig. 168.



Die Zwischenrippen haben eine gleich durchgehende Breite von drei Bohlen.

Aus der Fig. **169** ist die Längenverbindung der Bohlenrippen unter sich ersichtlich. *A A* sind durchlaufende Binderippen und *B* ist eine der nur auf $^2/_3$ der Höhe durchgehenden Zwischenrippen. Bei dieser Verbindung ist gegen jede Bewegung der Hölzer Vorsorge getroffen.

Fig. 169.



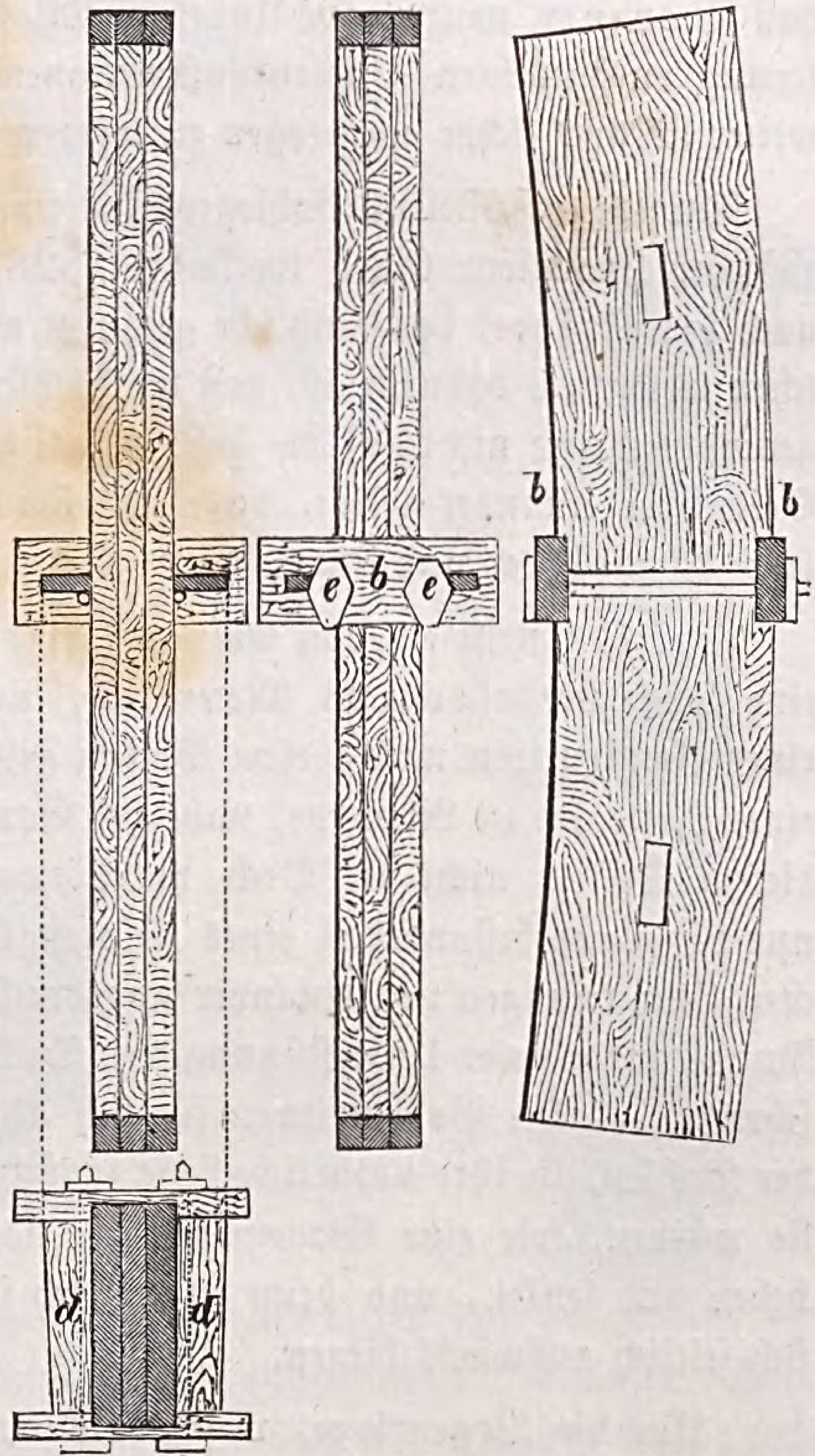
1. Die Bewegung der Rippen nach außen wird verhindert durch die Ringe oder Gurtbänder *b b*, welche von jungem gerissenem Eichenholze, 4 Zoll hoch, 1 Zoll dick, gemacht sind, und die Kuppel auf ähnliche Art umgeben, wie die Reifen eines Fasses.

2. Das Ablösen der einzelnen Bohlen, aus denen die Rippe besteht, von einander ist zwar zuerst und bis zum Aufrichten durch Nägel, dann aber wirksamer durch die Keile *d d* verhütet, welche aus trockenem Eichenholze gefertigt, und von denen die einfachen 1 Zoll dick, die doppelten an den Stoßfugen der Bohlen $^1/_2$ Zoll dick, beide aber dritthalb Zoll breit sind.

3. Die Seitenbiegung der Rippen wird durch die Gurtbänder *b b* so wie die Querriegel *c c* verhindert. Letztere haben außerdem den Zweck, beim Aufrichten der Bohlenrippen, ehe die Gurtbänder *b b* angelegt werden, denselben die gehörige Stellung zu geben.

4. Das Aufspalten der einzelnen Bohlen, aus denen die Rippen der Kuppel bestehen, wird dadurch verhindert, daß unmittelbar an den durch die Gurtbänder *b b* gehenden Keilen 20 Zoll lange Schrauben *e e* (Fig. 170) von rundem, 4 Linien starkem, gezogenem Eisendraht angebracht sind, welche die inneren und äußeren Gurtbänder verbinden, und so die dazwischen liegenden Bohlenrippen zusammenpressen.

Fig. 170.



5. Die gefährlichste Bewegung der Bohlenrippen würde das Setzen oder Senken derselben sein. Da dieselben aus vielen einzelnen und kurzen Stücken bestehen, so ist es, auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung, nicht zu erreichen, daß die Stoßfugen alle mit gleicher Genauigkeit schließen. Dieses Setzen würde aber, wenn es ungleich stattfindet, sehr nachtheilig wirken. Um die Nachtheile der Ungleichheit des Setzens zu vermeiden, sind die Gurtbänder *b b* mit ihrer halben Holzdicke in die Rippen eingelegt, dergestalt, daß sie mit der hohen Seite tragen. Jede Senkung der einzelnen Rippen kann auf diese Art nur bis auf das nächste Gurtband wirken, und theilt sich durch dieses den nebenstehenden Rippen mit, kann aber weder nach oben, noch nach unten fortwirken, sondern bleibt zwischen den nächsten oberen und unteren horizontalen Gurtbändern eingeschlossen.

Diese Construction, welche die Vortheile der Steinconstruction mit

denen, welche sich aus der Beschaffenheit des Holzes ziehen lassen, verbindet, hat sich dadurch bewährt, daß sich dieselbe nach dem Losschlagen der Unterstützungsgerüste auch nicht um eine Linie gesenkt und bis heute unverändert erhalten hat. Ehre dem Meister! Durch das vorher nicht gekannte Anbringen der eingeschnittenen Gurtbänder, in Verbindung mit den zusammenpressenden Schrauben, hat Moller der Delormischen Bohlenconstruction, welche sich durch einfache Bearbeitung der unter sich gleichen Verbandstücke und durch die Leichtigkeit beim Aufrichten sehr vortheilhaft auszeichnet, einen so hohen Grad der Vollendung verliehen, daß sie anderen neuen, aus Unbekanntschaft mit der Moller'schen Verbesserung entstandenen Bohlenconstructionen bei der Ueberspannung sehr weiter Räume sicher vorgezogen zu werden verdient.

Ein neu aufgestelltes Bohlenconstructionssystem, welches von dem französischen Ingenieur Emy im Jahre 1828 bekannt gemacht wurde, und nach dem Erfinder das Emy'sche genannt wird, weicht von dem Delorme'schen wesentlich dadurch ab, daß die Bohlen von möglichst großer Länge genommen und nicht auf die hohe Kante gestellt, sondern auf ihre flache Seite über einander gelegt, dann gekrümmt und unter sich durch umgelegte Eisenbänder und durchgehende Schrauben verbunden werden.

Fig. 171 stellt ein von Emy ausgeführtes Sprengwerk dar, welches eine Spannweite von 23 Meter hat, und als Muster der Leichtigkeit einer Construction nach diesem System gelten kann. Es ist der Dachstuhl einer Reitbahn zu Libourne, nahe bei Bourdeaux. Die Bogen bilden bei diesem System nicht die Decke des Raums als Gewölbe, sondern sind nur der Hauptbestandtheil eines gesprengten Dachbundes, welche in solchen Entfernungen von einander angebracht werden, wie es die von dem Bunde ausgehende Unterstützung der Dachsparren oder Dachpfetten vorschreibt. — Die Bohlenrippen für sich allein würden bei dem Bestreben der Bohlen, in ihre natürliche Lage zurückzukehren, ihre Form verändern, sie würden, wie eine Wagenfeder, je nach verschiedener Belastung sich heben und senken, und beim Heben sich seitlich einwärts, beim Senken sich seitlich auswärts biegen.

Um die Bogenrippe, welche als ein künstlich gekrümmter Balken aus einem Stücke betrachtet werden kann, in ihrer Form zu erhalten, gehen von senkrechten Wandpfosten, welche Emy Widerlagssäulen nennt, und von den Bundstreben des über der Bogenrippe befindlichen Dachstuhles aus Doppelzangen, nach dem Mittelpunkte des Bogens gerichtet, hinweg, welche durch Ueberschneidung und durchgehende Schrauben ein-

mal den Bogen in der richtigen Entfernung erhalten, zugleich aber auch die Belastung gleichmäßig auf den Bogen vertheilen.

Die Wiederlagssäulen sind bei diesem Dachwerke doppelt angenommen, sitzen mit dem Bogen auf einer gemeinsamen Schwelle, nehmen vom Fuße an den Bogen nach Fig. 172 zur Hälfte seiner Stärke auf, und sind mit dem Bogen am Fuße durch ein umgelegtes Eisenband, welches vermittelst eines auf der Rückseite durch

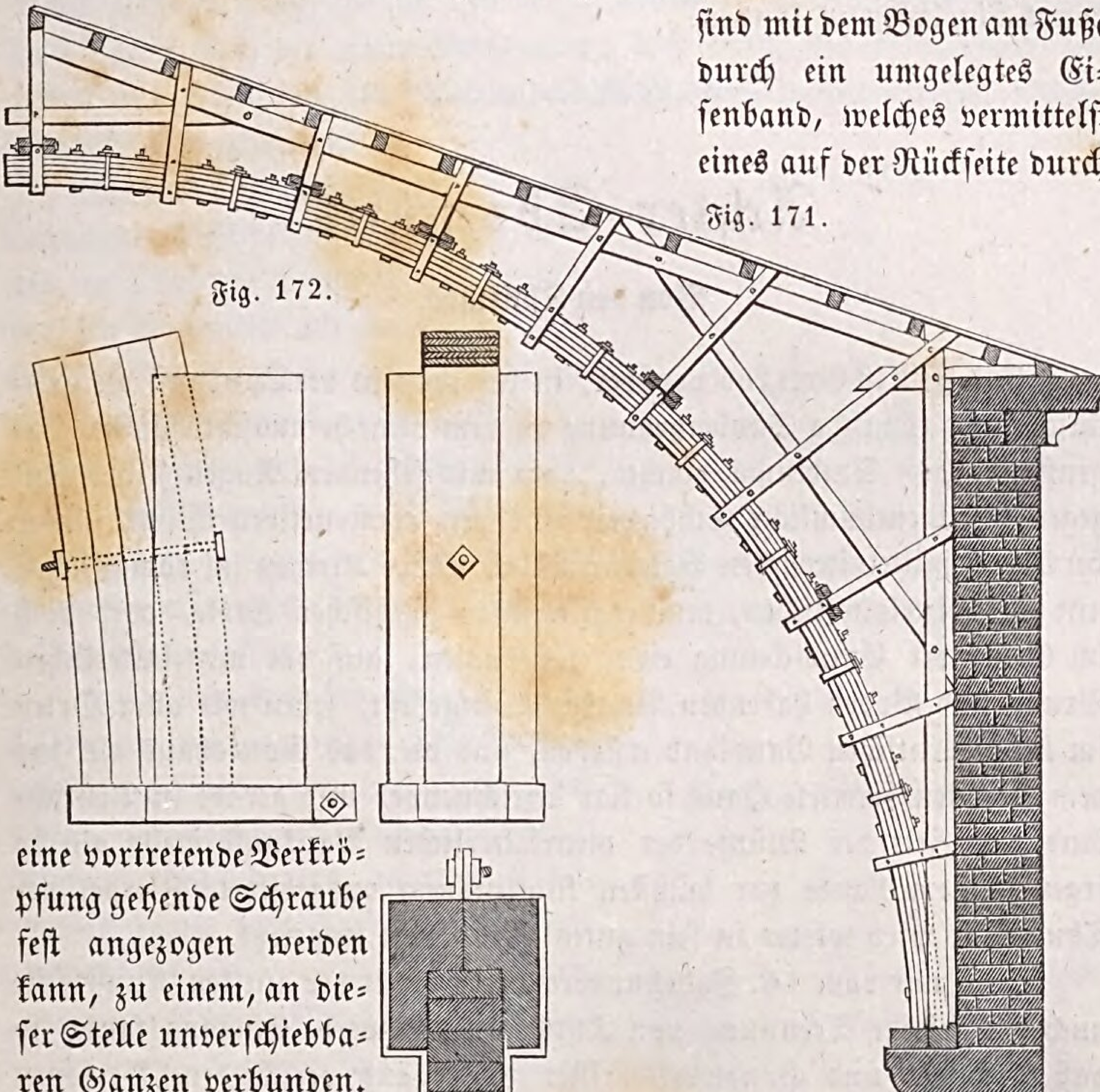


Fig. 171.

Fig. 172.

eine vortretende Verkröpfung gehende Schraube fest angezogen werden kann, zu einem, an dieser Stelle unverschiebbaren Ganzen verbunden. Zur Längenverspannung sind über dem Bogen mehrere Längeriegel, jedesmal deren zwei, welche durch Schrauben unter sich und mit den Doppelzangen verbunden sind, angebracht. Der Bogen besteht hier aus sechs auf einander gelegten Bohlen von 7 Centimeter Breite und 2½ Centimeter Dicke, ist zwischen jeder Doppelzange mit einem verschraubten Eisenbande umschlossen und, in gleichen Abständen zwischen den Eisenbändern und den Zangen, in der Mitte auf die Hochkante zusammengeschraubt. Daß bei dieser Construction die Bogenspannung keinen Seitendruck äußert, dient zu ihrer Empfehlung, sie aber zur Herstel-

lung gewölbter Decken verwenden zu wollen, wäre eine durch nichts zu rechtfertigende Verschwendung.

Wir glauben hiermit unsre Betrachtung über die Bogensprengwerke schließen und die Anwendung des einen oder des andern der besprochenen Bohlenconstructionssysteme in vorkommenden Fällen dem Urtheile des Lesers überlassen zu können.

Achter Abschnitt.

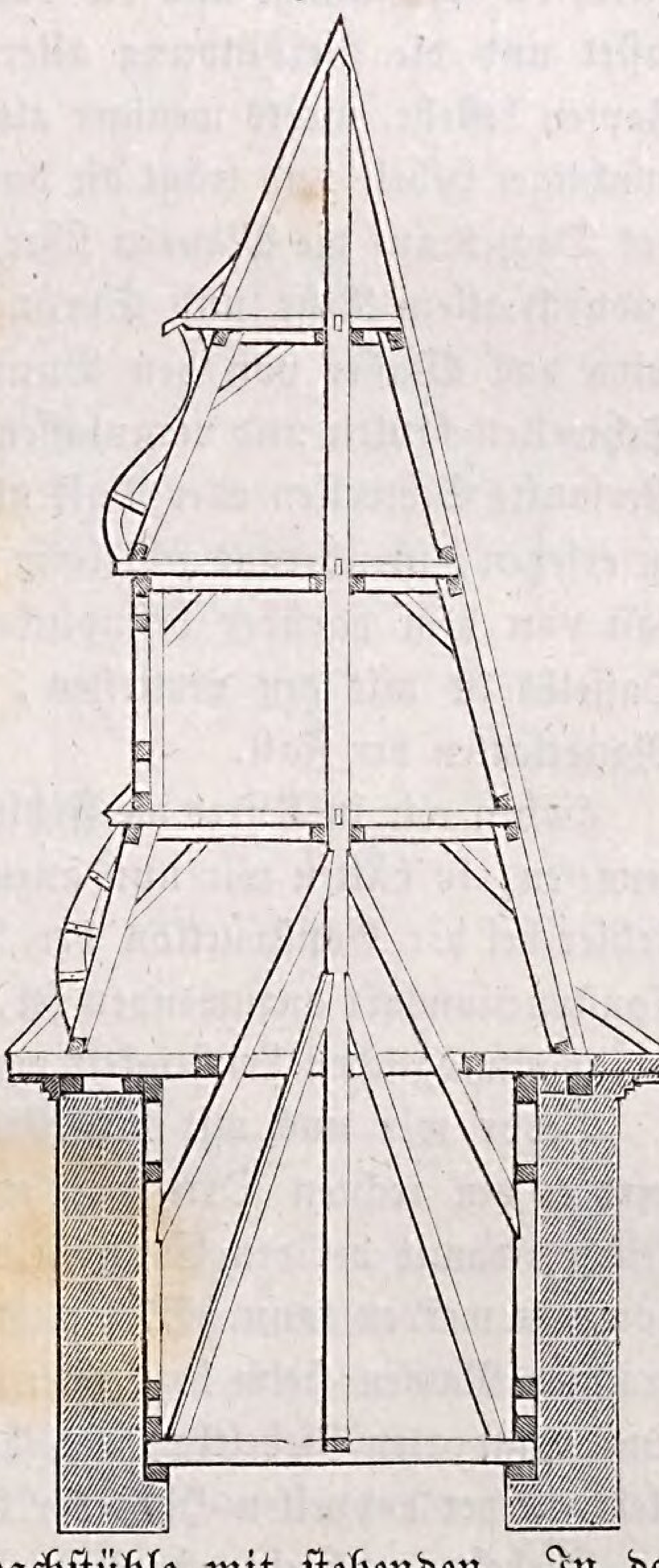
Von den Thürmen.

Die Zeit ist Gott Lob vorüber, in der man in der Baukunst die griechische und römische Säulenordnung zu dem beinahe ausschließlichen Gegenstande des Studiums machte, und mit sehenden Augen blind war gegen die eigenthümliche Schönheit und den constructiven Werth unsrer herrlichen mittelalterlichen Baudenkmäler. Neue Kirchen im romanischen und spätmittelalterlichen, dem sogenannten gothischen Style, oder doch im Geiste der Entwickelung einer nationalen, auf der mittelalterlichen Grund und Boden habenden Baukunst aufgefaßt, sehen wir aller Orten im lieben deutschen Vaterland erstehen, und die, das Gotteshaus als das dem Höchsten bereitete Haus so klar bezeichnende, und gerade in Deutschland zur Zeit der Blüthe der mittelalterlichen Baukunst mehr als in irgend einem Lande zur höchsten Vollendung ausgebildete Zierde, der Thurm, er wird wieder in sein gutes altes Recht eingesetzt.

Wenn wir vom 16. Jahrhundert an, wo mit der antiken Kunsthülle auch die leidige Trennung von Kunst und Gewerbe Eingang fand, so daß Architekt und Handwerksmeister zwei ganz verschiedene Personen wurden, von denen der Erstere in der Regel sehr wenig vom Handwerke, und der Letztere noch weniger von der Kunst verstand, die Constructionen des Zimmermanns, bis auf unsre Zeit noch, im Allgemeinen, und insbesondere was die Kirchthürme betrifft, beinahe dieselben wie vor 200 Jahren geblieben finden, so ist das sehr erklärlich. Der Künstler zeichnete die Säulenordnungen und lernte ihre Verhältnisse auswendig, und der Zimmermann copirte Dachstühle in verschiedenen Variationen, als Hängewerke und Sprengwerke, welche alle auf das von der Fremde aufgenommene einfache Thema, den liegenden Dachstuhl, zurückgeführt, sonach leicht begriffen werden konnten. So sehen wir die natürliche Constructionsweise,

die den mittelalterlichen denkenden Werkmeister in den Stand setzte, jede Aufgabe sicher und einfach zu lösen, von der Zeit der Einführung des sogenannten guten Geschmacks an, verlassen und an deren Stelle die gedankenlose Anwendung einer angelernten Constructionsweise getreten, die nichts weniger entspricht als den Anforderungen in Bezug auf Festigkeit und Dauer, und der ersten Bedingung: daß durch die Construction der Zweck mit den geringsten Mitteln möglichst vollkommen erreicht werde, geradezu entgegengesetzt ist.

Fig. 173.



Wenn ich das Thurmdach in einen besondern Abschnitt bringe, und nicht als ein Dach wie andere Dächer in dem vorigen Abschnitte mit betrachtet habe, so liegt dabei gerade die Absicht zu Grunde, durch die Trennung schon die Aufmerksamkeit auf die Wichtigkeit der Thurmdächer und die, nach Form und Anordnung so ganz von den übrigen Dächern verschiedene Construction derselben hinzulenken.

Betrachten wir die Fig. **173**, so haben wir die im vorigen Jahrhundert allgemein übliche und sogar jetzt noch häufig angewendete Construction eines Thurmdaches vor uns, zu einer Hälfte unverkrüppelt mit ebenen Dachflächen, zur andern Hälfte mit den so beliebt gewesenen Auswüchsen und abwechselnd gebrochenen ebenen und willkürlich gekrümmten Dachflächen. Das Thurmdach besteht aus mehreren Stockwerken, jedes aus dem vollständigen, liegenden Stuhle gebildet und mit durchgehendem Gebälke versehen, oder es wechseln, wie hier bei der Krüppelform, liegende Dachstühle mit stehenden. In der Mitte geht von der Spitze auf die ganze Höhe des Daches, und meist noch durch das Hauptdachgebälke durchgreifend und auf das nächste Zwischengebälke aufgesetzt, ein starker Pfosten, die Helmstange, in welche die Gebälke eingezapft sind, und zu dessen Unterstützung Strebebüge von den Pfosten einer im Innern des obern Thurmstockwerks vor die Umfangs-

mauer gesetzten Wand ausgehen und im ersten oder zweiten Stockwerke des Daches ansitzen. Die Mauerlatten liegen in der Regel in dem Mauerwerke vertieft und nur bei hölzernem Thurmgesimse auf der Mauer, wie dieß in Fig. 173 angegeben ist.

Bei dieser Constructionsart, welche nichts Anderes als die geistlose Anwendung der sonst üblichen Dachstühle auf das Dach eines durchaus keine durchgehenden Gebälke bedürfenden Thurmes darstellt, sehen wir das Holz über den Zweck hinaus übermäßig verschwendet, den Thurm durch die Helmstange und die damit verbundenen Gebälke unnöthig belastet und die Verbindung aller Constructionstheile, welche nur aus Zapfen besteht, nichts weniger als fest. Dabei wirkt die Helmstange als mächtiger Hebel, und trägt die durch Windstöße bewirkten Erschütterungen des Daches auf die Mauern über, so daß bei sonst gutem Mauerwerke dadurch allein Risse und Sprünge entstehen. Bei eindringendem Regen wird das Wasser von den Bundpfosten in die Schwellen geleitet, die Schwellen faulen und veranlassen Senkungen von Gebälke zu Gebälke. Verfaulte Schwellen oder Balkenköpfe herauszunehmen und durch neue zu ersetzen, ist überaus schwierig, ja kaum ausführbar, weil die ganze Last von dem darüber befindlichen Theile des Thurmes darauf ruht. Dasselbe ist mit den vertieften, dem baldigen Verderben ausgesetzten Mauerlatten der Fall.

Haben wir in Kürze die Fehler dieser üblichen Constructionsart nachgewiesen, so hätten wir nun anzugeben, auf welche Weise diese gerügten Fehler bei der Construction der Thurmdächer zu vermeiden und welche Constructionsart anzuwenden sei, bei welcher Festigkeit und Dauer mit der größtmöglichen Leichtigkeit verbunden ist.

Bevor wir uns mit den Principien der Construction beschäftigen, wird es am rechten Orte sein, einige der besseren Thurmformen darzustellen, damit bei den Constructionen auf diese Thurmformen Bezug genommen werden kann. Wir werden das Thurmdach mit dem althergebrachten Namen Helm bezeichnen. Fig. 174 giebt den einfachsten Helm eines quadraten Giebelthurmes, bei welchem die Gesammthöhe des Helmes gleich ist der doppelten Höhe der Giebel. Denken wir uns den Helm über den Giebeln durch eine Horizontalebene geschnitten, so werden die Durchschnittslinien die punctirt angegebenen Diagonallinien sein. Der Helm bildet sonach eine regelmäßige vierseitige Pyramide, und die Dachflächen stellen regelmäßige Rauten dar mit gleich großen Begrenzungslinien.

Fig. 175 giebt einen achtseitigen Helm auf quadratem Giebelthurm, bei welchem die Gräthe der regelmäßigen achtseitigen Pyramide von

den Kehlen der Giebel ausgehen, so daß also der Durchmesser der bis zur Basis ergänzt gedachten Pyramide gleich ist der Diagonale des Qua-

Fig. 174.

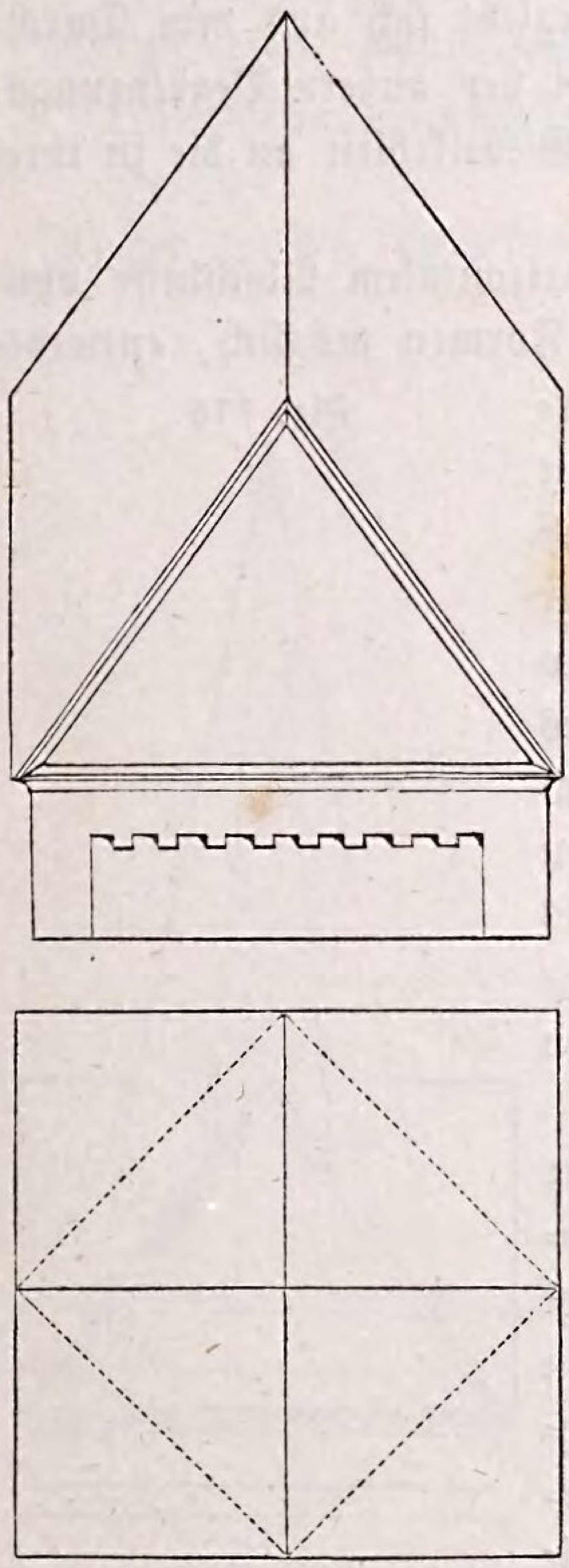
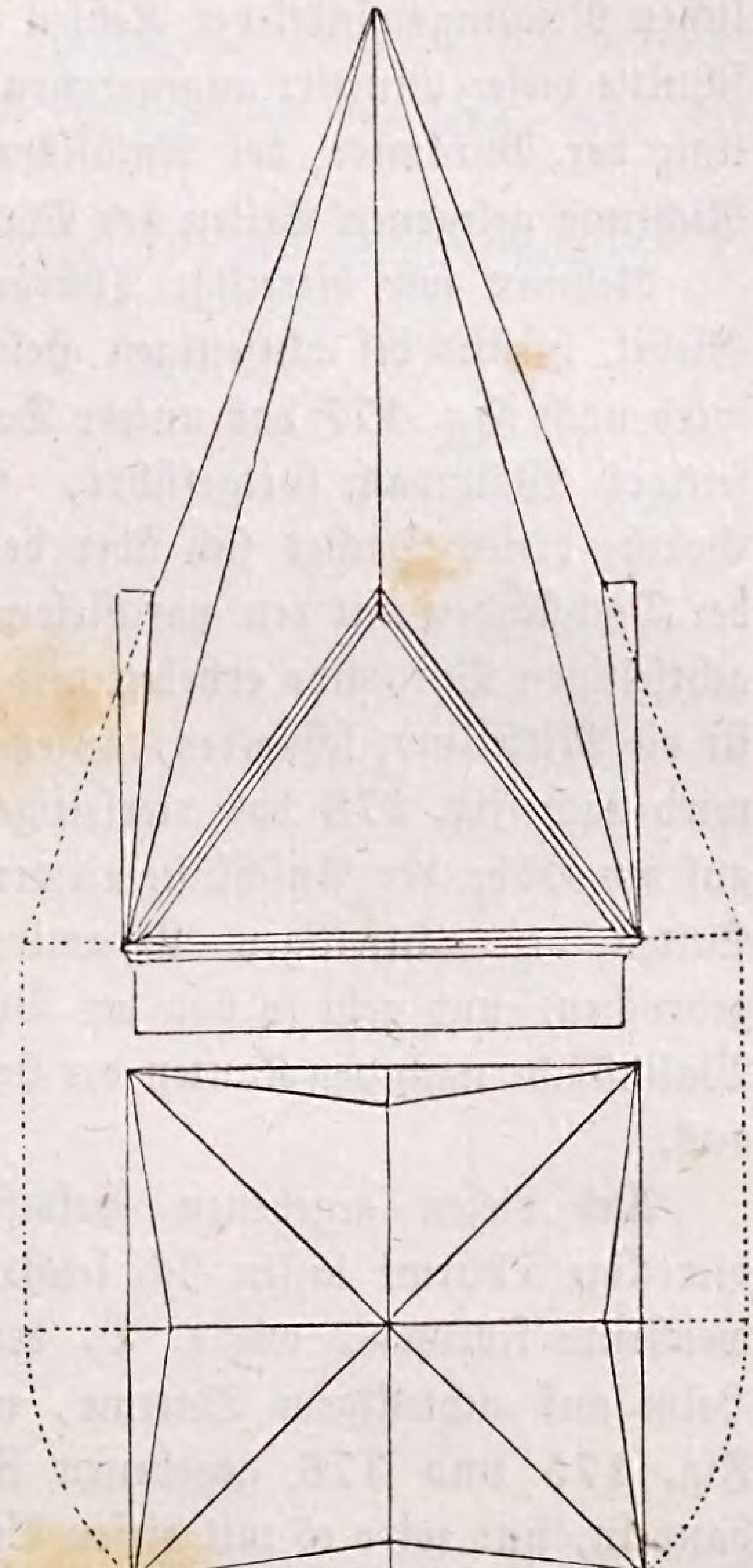


Fig. 175.



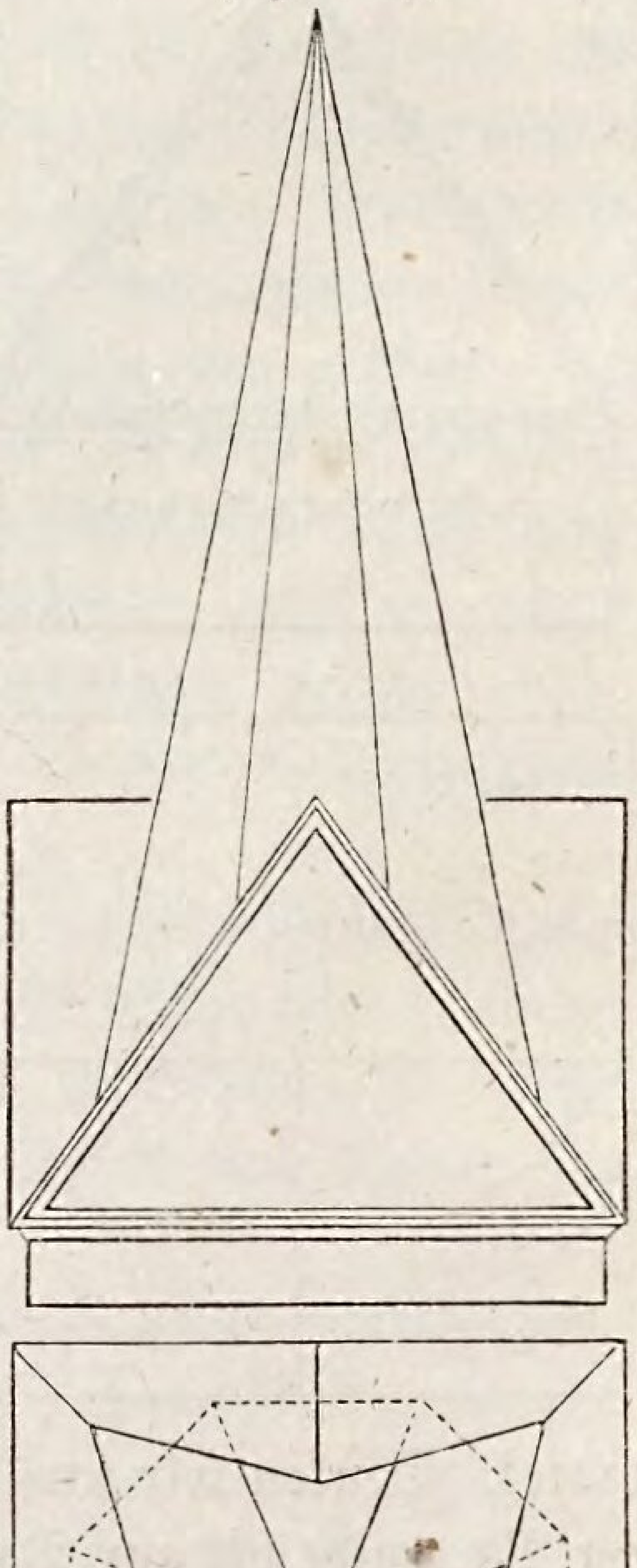
drates. Denken wir uns hiernach, wie punctirt angegeben, den Grundriß der Pyramide bis zur Basis ergänzt, so ergiebt sich daraus, für den Aufriß, einmal der von der vordern Kante der Giebel zurückfallende Anschluß der in der Richtung der Giebelfirste liegenden Gräthe und, von diesem Anfallspunkte ausgehend, die Richtung der Dachkehlen, welche durch den Anschluß der Giebeldächer an die Pyramide entstehen.

In Fig. 176 geben wir den achtseitigen Helm eines quadraten Giebelthurmes, bei welchem vier Seiten der Pyramide, welche hinter den Giebelmauern errichtet ist, parallel mit den Thurmgiebeln gehen. Bei dieser Helmform schneiden sich die Giebeldächer nach der Diagonale in ansteigenden Kehlen bis zu den Mittellinien der senkrecht dagegen gerichteten

Seiten der achtseitigen Pyramide, und von diesen Durchschnittspunkten erheben sich die Kehlen, welche durch den Anschluß der Giebeldächer an die Pyramidenflächen gebildet werden. Tragen wir im Aufrisse den wirklichen Neigungswinkel der Kehlen an, so ergiebt sich aus dem Durchschnitte dieser punctirt angegebenen Linien mit der äußern Begrenzungslinie der Pyramide der Anfallspunkt der Giebelkehlen an die in ihrer Richtung gelegenen Seiten der Pyramide.

Nehmen wir viereckige Thürme mit horizontalem Abschlusse ohne Giebel, so sind bei achtseitigen Helmen zwei Formen möglich, entweder wird nach Fig. 177 das untere Dach als vierseitiges Walmdach fortgeführt, so daß die Gräthe dieses Daches sich über den Anschluß der Dachflächen mit den parallelen Seiten der achtseitigen Pyramide erheben und sich da, wo sie die Mittellinie schneiden, ansetzen, oder es wird nach Fig. 178 das vierseitige Walmdach auf der Höhe der Anschlüsse an den parallelen Seiten der achtseitigen Pyramide ebenfalls gebrochen, und geht so von der Bruchlinie die Walmfläche nach den Kanten der Hauptwalmen aus.

Fig. 176.



Aus diesen gegebenen Helmformen für viereckige Thürme lassen sich leicht davon abweichende Formen, wie z. B. der achtseitige Helm auf achteckigem Thurme, nach den in Fig. 175 und 176 gegebenen Fällen, behandeln, und wird es mit diesen Beispielen genügen, daran unsere Betrachtungen über die Constructionen der Thurmhelme anzuknüpfen.

Die allgemeinen Anforderungen an Thurmconstructionen werden sein: a. daß die Construction fest, dauerhaft und leicht, ohne Verbindung mit den Thurmmauern oder Wänden sei, keinen Seitendruck gegen die Mauern ausübe, sondern dieselben nur senkrecht belaste; b. daß die Form des Helmes unverändert dieselbe bleibe, sonach weder Einbiegungen noch Drehungen an den die Form sichernden Grathsparren möglich sind, und c. daß bei vorkommenden Beschädigungen die nöthigen Reparaturen ohne große Schwierigkeiten vorgenommen werden können.

Diesen Anforderungen wird entsprochen werden, wenn wir

ad a. 1) das ganze Zimmerwerk unmittelbar auf das Mauerwerk oder die Wände des Thurmes setzen, ohne weitere Verbindung mit den letzteren;

2) die ganze Construction auf die Herstellung fester und starker Umfangswände einschränken, das Innere des Thurmes aber hohl lassen;

3) die langen Helmstangen weglassen und die Helmstange nur als

Fig. 177.

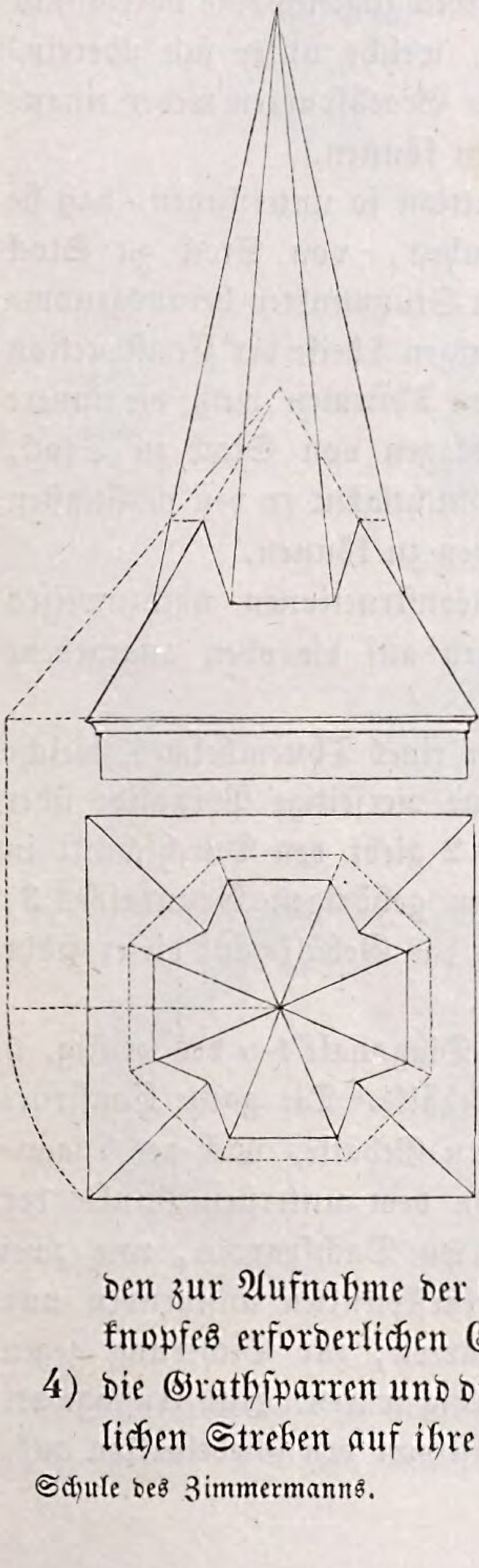
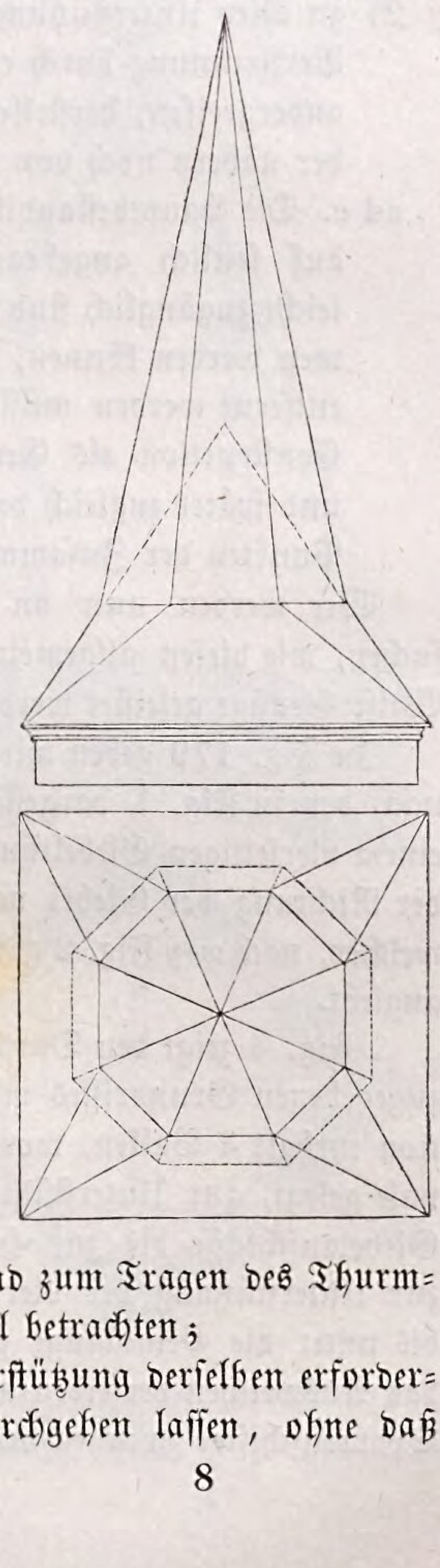


Fig. 178.



den zur Aufnahme der Grathsparren und zum Tragen des Thurmknopfes erforderlichen Constructionstheil betrachten;

4) die Grathsparren und die etwa zur Unterstützung derselben erforderlichen Streben auf ihre ganze Länge durchgehen lassen, ohne daß

sie durch horizontale Hölzer unterbrochen werden, und, wenn sie zu kurz sind, sie so verlängern, daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt;

5) bei allen Verbindungen die Herstellung unverschieblicher Dreiecke im Auge behalten und lange Hölzer in geringer Stärke anwenden, aber auf kurze Entfernungen durch andere überblattete Hölzer ohne nachtheilige Verschwächung abknüpfen.

ad b. 1) Die Grathsparren ihrer Länge nach auf kurze Entfernung stützen und gegenseitig verspannen, und

2) an allen Unterstützungen der Grathsparren zugleich eine horizontale Verspannung durch eingelegte Kränze, welche unter sich übereinandergreifen, herstellen, so daß sich die Grathsparren weder einander nähern noch von einander entfernen können.

ad c. Die Hauptbestandtheile der Construction so unterstützen, daß sie auf seitlich angebrachten Zangen ruhen, von Stock zu Stock leicht zugänglich sind und zwischen den Stützpunkten herausgenommen werden können, ohne daß die übrigen Theile der Construction entfernt werden müssen. Bei größeren Thürmen muß die innere Construction als Gerüste zum Aufschlagen von Stock zu Stock, und später zugleich dazu dienen, mit Leichtigkeit zu den wichtigsten Punkten der Zusammensetzung gelangen zu können.

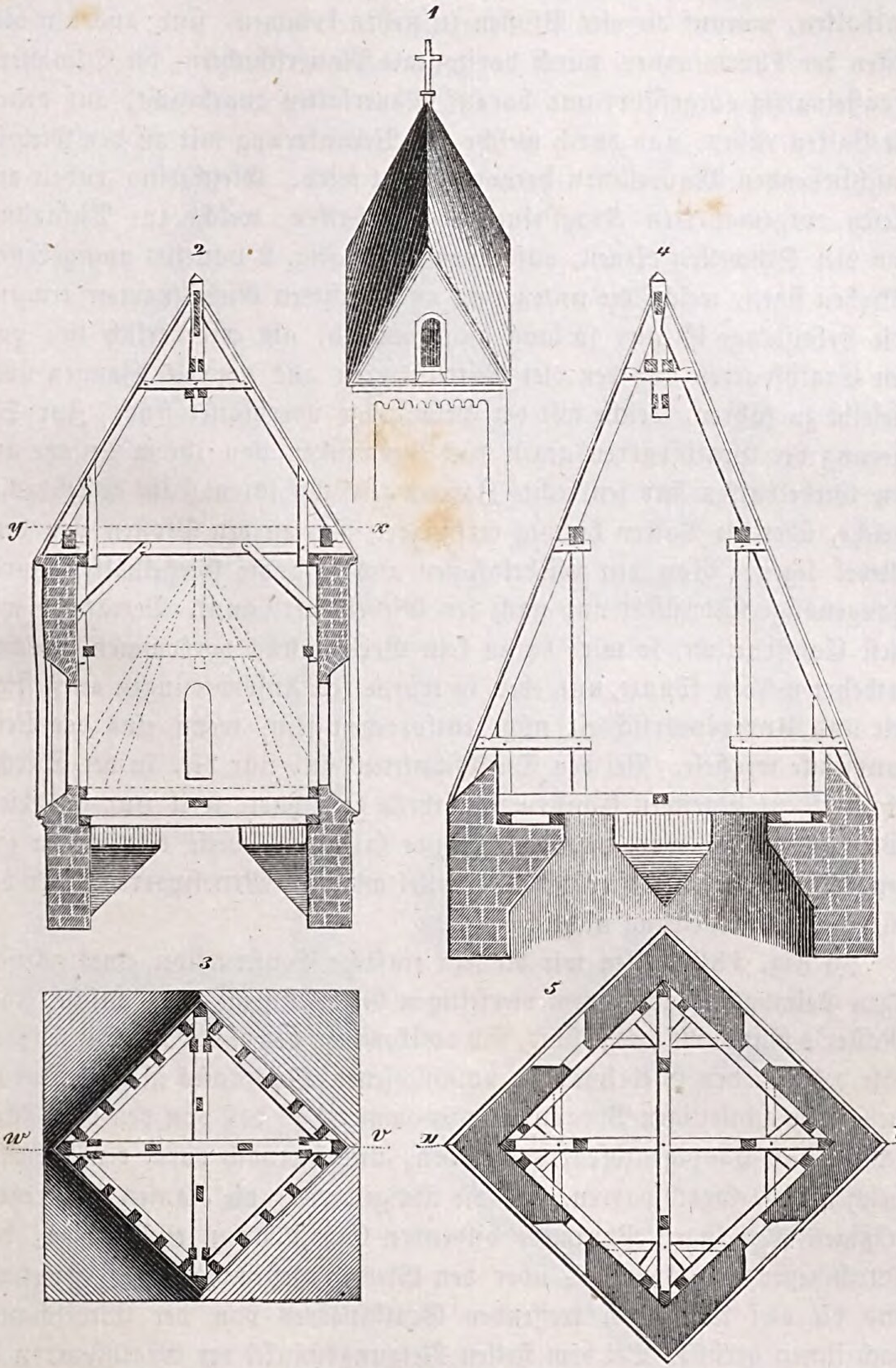
Wir werden nun an einigen Thurmconstructionen nachzuweisen suchen, wie diesen allgemeinen Anforderungen auf die oben angegebene Weise Genüge geleistet werden kann.

In Fig. 179 geben wir die Construction eines Thurmhelmes, welche nach der in Fig. 1 dargestellten Ansicht eine vierseitige Pyramide über einem vierseitigen Giebelthurme bildet. Fig. 2 giebt den Durchschnitt in der Richtung der Giebel nach *v*–*w* des dazu gehörigen Grundrisses 3, welcher, nach *x*–*y* Fig. 2 geschnitten, zugleich das Gebälke auf dieser Höhe angiebt.

Fig. 4 zeigt den Durchschnitt nach der Diagonale *t*–*u* des in Fig. 5 zugegebenen Grundrisses mit dem untern Gebälke. Die ganze Construction enthält 4 Balken, wovon zwei im untern Gebälke, nach der Diagonale gelegt, zur Unterstützung der vier, von dem untersten Punkte der Giebelanschlüsse bis zur Helmstange geführten Dachsparren, und zwei zur Unterstützung der vier auf den Giebelfirstpunkten ansitzenden und bis unter die Helmstange gesetzten Grathsparren, zur Sicherung gegen das Ausweichen derselben unumgänglich nöthig waren. Zur Auflage der Sparrenschifter zwischen den Grathsparren ist von den Giebelbalken aus,

wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich, ein Schwellenkranz gelegt, welchem in

Fig. 179.



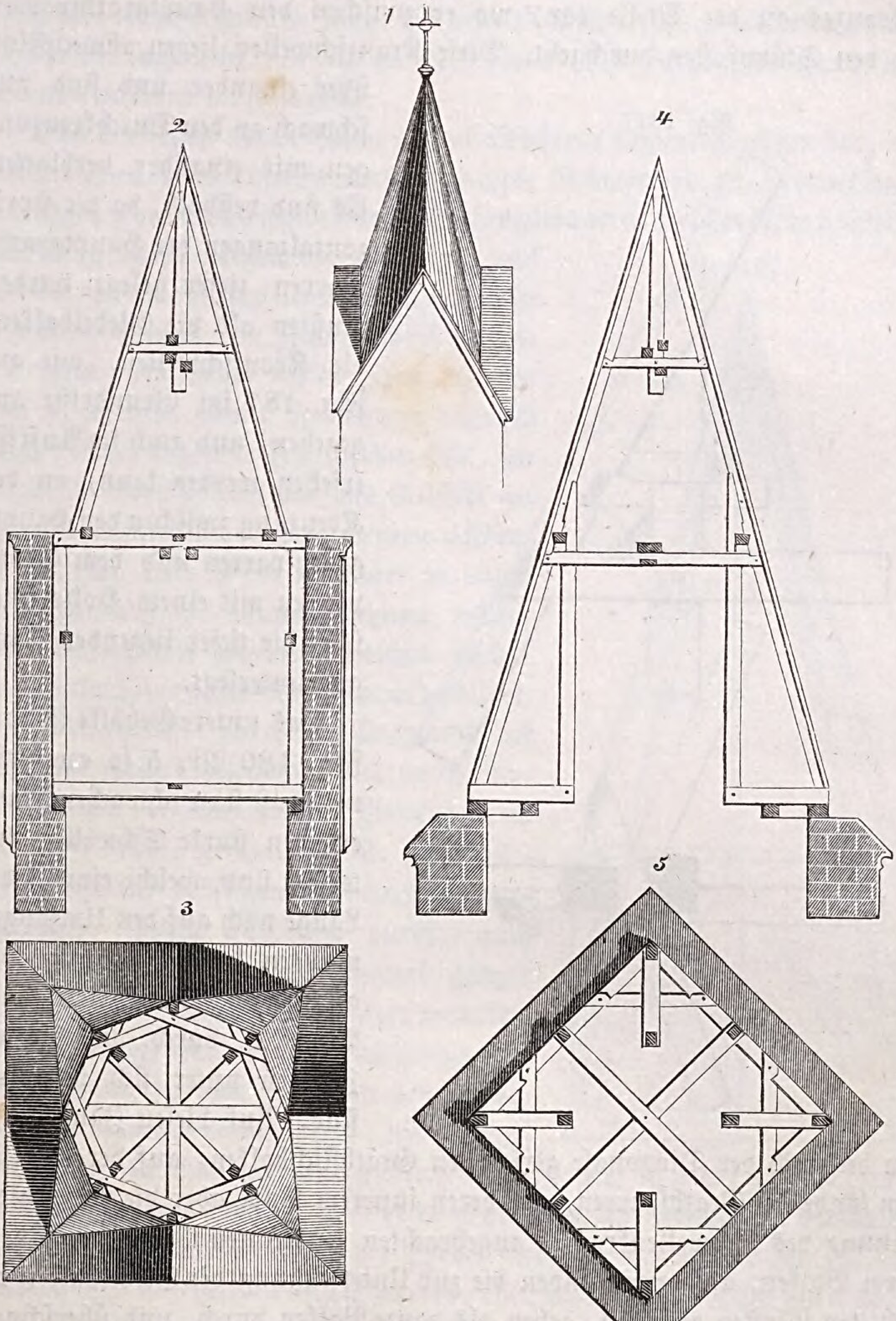
der Richtung der in Fig. 4 dargestellten Diagonalsparren ein Pfosten untergesetzt ist, der unmittelbar unter der Schwelle und unterhalb,

über dem Aufsatz der Diagonalsparren, durch horizontale Zangen mit demselben verbunden ist. Zur Minderung der Spannweite der Diagonalbalken, worauf die vier Pfosten zu stehen kommen, sind aus den vier Ecken der Thurmmauer, durch horizontale Mauerschichten, die Eckmauern kragsteinartig vorgeführt und darauf Mauerlatten angebracht, auf denen die Balken ruhen, und durch welche eine Verankerung mit an den Giebeln anschließenden Mauerlatten hervorgebracht wird. Gleichzeitig ruhen auf diesen vorgemauerten Kragsteinen 8 Stichbalken, welche zur Aufnahme von vier Schwellen dienen, auf denen die in Fig. 2 punctirt angegebenen Streben sitzen, welche die unten nur angeschifteten Giebelsparren tragen. Die Helmstange ist nur so lang angenommen, als erforderlich ist, von den Grathsparren und den vier Mittelsparren aus doppelte Zangen über dieselbe zu führen, welche mit der Helmstange überblattet sind. Zur Sicherung der Grathsparren gegen das Ausweichen von ihrem Ansatze auf den Giebelbalken sind senkrechte Zangen zunächst ihrem Fuße angebracht, welche, über die Balken hinweg verlängert, sich an den Pfosten vor dem Giebel legen. Von den Giebelpfosten aus sind die Giebelbalken durch Zangenbüge unterstützt und nach den Giebeln verspannt. Betrachten wir diese Construction, so wird daran kein Verbandstück vorkommen, welches entbehrt werden könnte, und eben so würde den Anforderungen an Festigkeit und Unveränderlichkeit nicht entsprochen sein, wenn eins der Verbandstücke wegfiele. Bei den Durchschnitten sind nur die, in der Durchschnittsebene liegenden Constructionstheile gezeichnet, weil nur auf diese Weise es möglich war, die in die Bünde fallenden Theile deutlich zu zeigen. Die Sparrenschifter gehen parallel mit dem Mittelsparren, und bedürfen der Darstellung nicht.

In Fig. 180 theilen wir die sehr einfache Construction eines achtseitigen Helmdaches auf einem vierseitigen Giebelthurme mit, welche, nach Moller's Entwurfe ausgeführt, sich vollkommen bewährt hat. Die Diagonale des von den Giebelmauern umschlossenen Quadrates ist zum Durchmesser der achtseitigen Pyramide angenommen, so daß von den vier Ecken sich die vier Hauptgrathsparren erheben, und hiernach durch den Winkel, welchen diese Grathsparren, wie die übrigen vier, die Kanten der regelmäßigen achtseitigen Pyramide bildenden Grathsparren einschließen, der Durchmesser der Pyramide über den Giebeln bestimmt wird. Hiernach sind die auf die Giebel treffenden Grathsparren von der Giebelmauer nach innen gerückt. Bei dem steilen Neigungswinkel der Grathsparren ist dadurch genügend gegen den Seitendruck Vorkehrung getroffen, daß die von dem untern Gebälke ausgehenden und aus einem Stücke bestehenden

Grathsparren durch horizontale Zangen zweimal, die kürzeren, auf Giebelhöhe aufgesetzten Grathsparren durch eben solche Zangen einmal

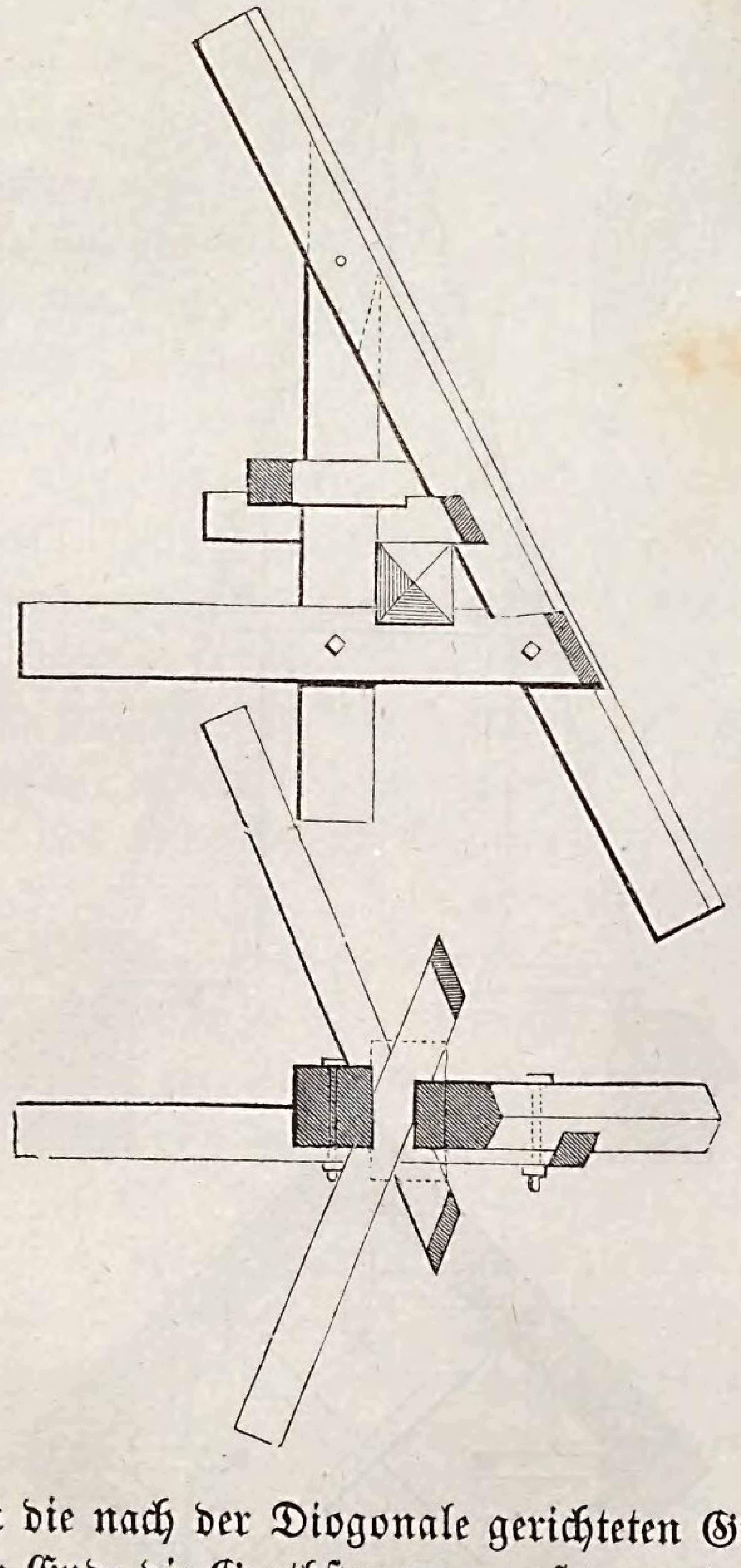
Fig. 180.



abgeknüpft sind. Sind auf diese Art die in eine senkrechte Ebene fallenden, gegenüberstehenden Sparrenpaare unter sich zu einer festen Scheibe

verbunden, so werden sie auf der Höhe der Giebelbalken durch einen, aus Fig. 180 Nr. 3 zu ersehenden Schwellenkranz in der entsprechenden Stellung auseinandergehalten. Fig. 181 stellt die Ueberschneidung des Schwellenkranzes an der Stelle dar, wo er zwischen den Hauptgrathsparren und den Stützpfosten durchgeht. Diese Kranzschwellen liegen abwechselnd über einander und sind nur schwach an den Durchkreuzungen mit einander verblattet. Es sind deßhalb, da die Horizontalzangen der Hauptgrathsparren tiefer gelegt werden mußten als die Giebelbalken, die Kranzschwellen, wie auf Fig. 181 im Grundrisse angegeben, und auch im Aufrisse ersehen werden kann, an der Kreuzung zwischen den Hauptgrathsparren und dem Stützpfosten mit einem Holze quer über die tiefer liegenden Zangen unterlegt.

Fig. 181.

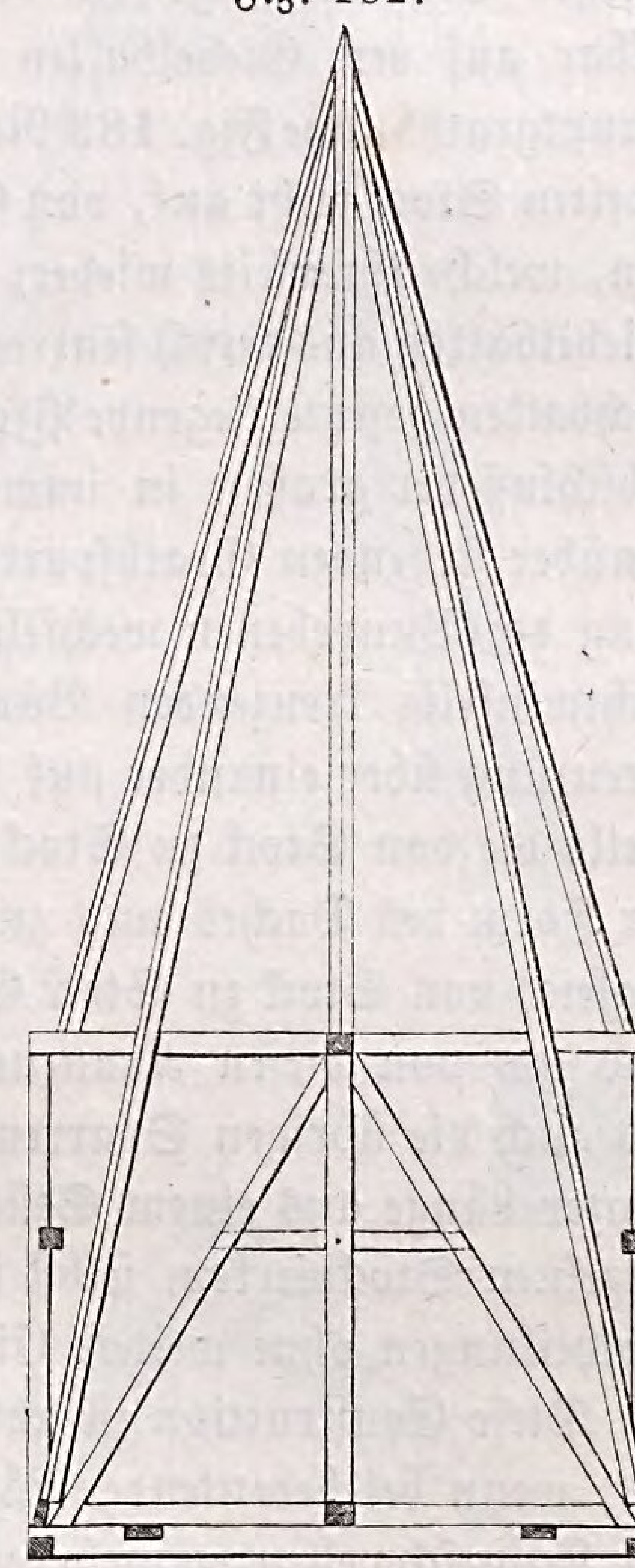


Das untere Gebälke ist nach Fig. 180 Nr. 5 so angeordnet, daß statt schwacher Mauerlatten starke Schwellen unterlegt sind, welche einmal der Länge nach auf den Umfangsmauern liegen, sodann aber auch nach den Seiten eines Achteckes durch überblattete Zangen unter sich verankert sind. Auf diesen Zangen ruhen die nach der Diogonale gerichteten Grathstichbalken, auf deren äußerem Ende die Grathsparren, auf deren innerem Ende aber die zur Unterstützung des Schwellenkranzes angebrachten senkrechten Pfosten aufsitzen. Zwei Balken, auf deren Enden die zur Unterstützung der Giebelbalken errichteten Pfosten aufsitzen, gehen als ganze Balken durch, und überschneiden sich an der Kreuzung auf die Hälfte ihrer Höhe. Wie bei dem vorigen Helme Fig. 179, ruhen die Sparrenschifter zwischen den Grathspar-

ren auf dem Fig. 180 Nr. 3 gegebenen Schwellenkranze, und sitzen abwärts an den Grathsparren, so wie an Giebelsparren, welche nach Fig. 182 von den Schwellen des Gebälkes nach dem Giebelbalken errichtet und durch eine darüber gelegte Zange mit dem Pfosten desselben verbunden sind. Die Helmstange geht nur bis zu den oberen Sparrenzangen herab und ist von denselben umschlossen.

Das Aufsetzen neuer Helme auf alte Thürme kommt häufiger vor, als das Errichten neuer Thürme von Grund aus. Nehmen wir an, daß auf einen viereckigen Thurm von gleich starken Umfangsmauern, welcher keine ungleiche Belastung durch aufgemauerte Giebel, wol aber die gleichmäßig auf die Mauern vertheilte Last eines Helmes von Zimmerwerk vertragen kann, ein neuer Helm gesetzt werden soll, so werden, wenn der Thurm dennoch durch Giebel abgeschlossen werden soll, die aufzuführenden Giebel auf das Gebälke gesetzt und ebenfalls von Holz werden müssen.

Fig. 182.



In Fig. 183 ist der Entwurf zu einem derartigen auf der Mauergleichung ruhenden Thurmhelme gegeben, welcher nach 1 eine regelmäßige achtseitige Pyramide bildet, deren Durchmesser durch die Diagonale des Thurmquadrates bestimmt, und welche Pyramide nach der Richtung der Mauern durch senkrechte Giebel geschnitten ist. Das Gebälke liegt auf kräftigen doppelten Mauerschwellen, welche außerdem durch, nach den Seiten des Achtecks diagonal gelegte Schwellen unter sich verspannt oder verankert sind. Nur zwei Balken gehen nach der geringsten Spannweite von der Mitte der Längemauern in ganzer Länge durch; die übrigen Balken sind Stichbalken, und greifen, wie aus dem in Fig. 183 Nr. 5 dargestellten Werksatze erhellt, über beide Schwellen, mit welchen sie verkämmt sind, hinweg. Auf der Höhe der Giebel sind, zur Aufnahme der auf den Giebelspitzen ansetzenden Grathsparren, ebenfalls noch zwei sich überschneidende Balken aus einem Stücke angebracht, welche durch doppelte Pfosten gestützt werden, von denen der eine zugleich den Giebelpfosten bildet, woran sich die Giebelsparren nach der in Fig. 183 Nr. 2 punctirt angegebenen

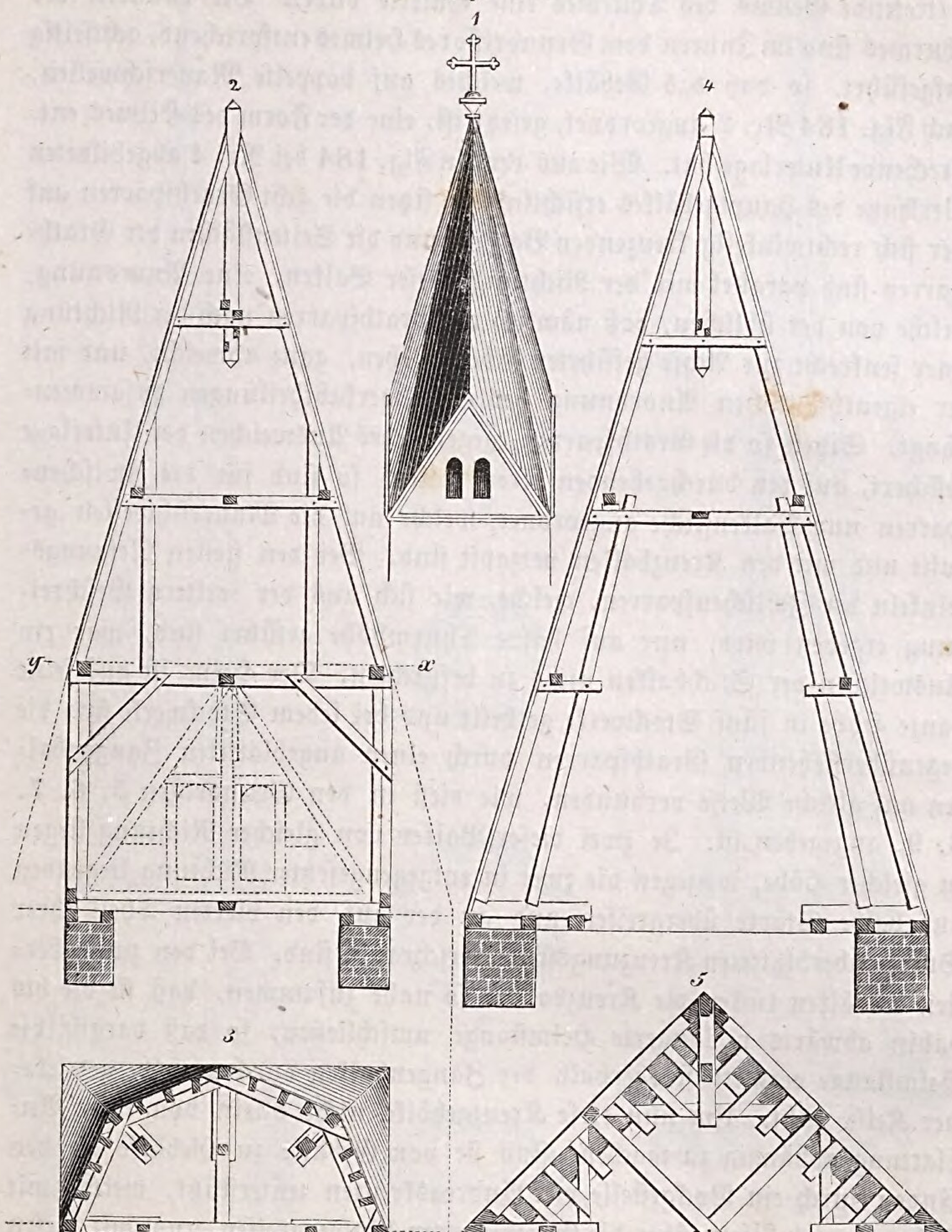
Weise anlegen, während der nach innen gesetzte Pfosten unmittelbar auf den untern Hauptbalken gesetzt ist und sowol zur Unterstützung der Giebelbalken, als auch zur Verspannung der Giebelpfosten und der Giebelbalken, vermittelst davon ausgehender doppelter Zangenbüge, dient. Der Helm ist, bis zur Helmstange, welche wieder vermittelst über einander liegender Zangen mit den Grathsparren verknüpft ist, in drei Stockwerke getheilt, von denen der erste Stock durch die Giebelwände gebildet wird. Auf jeder Stockhöhe ist ein horizontaler Schwellenkranz zur Verspannung der Grathsparren und zur Unterstützung der Zwischensparren eingelegt. Der erste, Fig. 183 Nr. 3 abgebildete Schwellenkranz liegt unmittelbar auf den Giebelbalken und auf kurzen Zangen, welche bei dem Hauptgrathbunde Fig. 183 Nr. 4 angebracht sind. Der Schwellenkranz im zweiten Stock ruht auf, von Grathsparren zu Grathsparren gelegten Zangen, welche ihrerseits wieder, wie aus 2 und 4 zu ersehen, bei 2 von den Giebelbalken aus durch senkrechte Pfosten, und bei 4 durch, auf den Grathstichbalken gesetzte liegende Pfosten gestützt sind. Die Zangen, welche, zum Abschluß der großen in immer kleinere unverschiebliche Dreiecke, die gegenüber stehenden Grathsparren unter sich verbinden, sind nach der Richtung der Bundebenen wechselnd über einander gelegt, so daß sie nur bei rechtwinkelig kreuzenden Bünden in gleicher Höhe liegen, und bei der Kreuzung über einander auf halbe Höhe überblattet sind. Dienen einestheils die von Stock zu Stock eingelegten Schwellenkränze zur Erhaltung der Form des Daches und zur Unterstützung der Sparren, so bieten sie zugleich von Stock zu Stock Gelegenheit zur Einrüstung beim Aufschlagen und um von diesen Kranzunterstützungen aus sowol die Grathsparren als auch die übrigen Sparren auf einander zu setzen, wenn sie nicht in ganzer Länge aus einem Stücke zu haben sind, so daß also der Helm aus einzelnen Stockwerken, selbst im Sparrenwerke, bestehen, und nach diesen Abtheilungen ohne weitere Einrüstung aufgeschlagen werden kann.

Diese Construction ist auf Helme von bedeutenden Maßen anwendbar, wenn bei bedeutender Länge der Sparren die Anzahl der horizontalen Kranzschwellen vermehrt wird.

Bei Helmen ohne Giebel wird die Construction dadurch um Vieles einfacher, daß alle Grathsparren auf dem Hauptgebälke aufsitzen und in Bezug auf Unterstützung und Verspannung ganz gleichmäßig behandelt werden können.

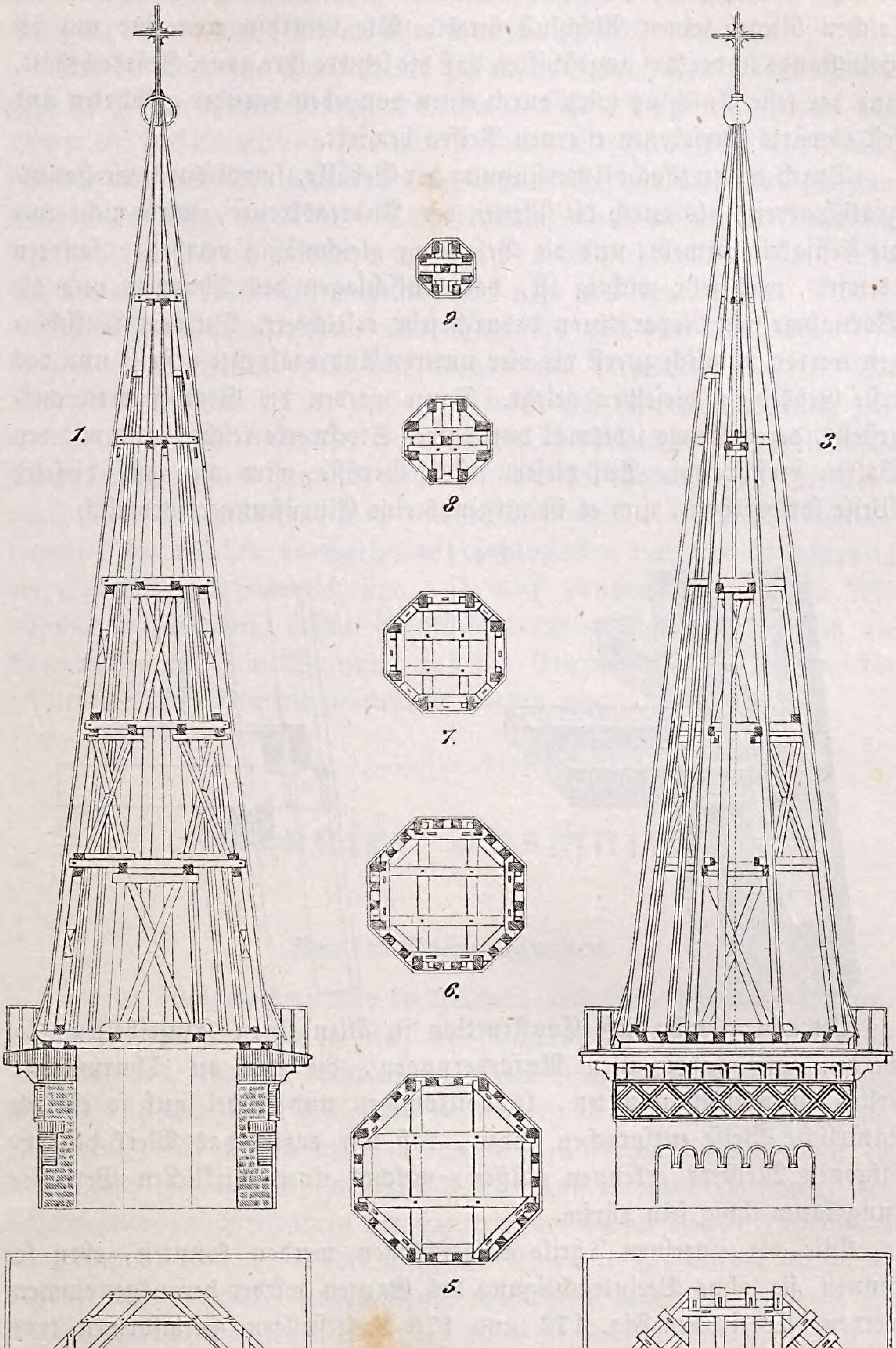
In Fig. 184 geben wir die Construction eines nach Moller's Entwurf und unter dessen Leitung ausgeführten Thurmhelmes, dessen achtseitige Pyramide, von etwas über 20 Meter Höhe bei 5 Meter Durch-

Fig. 183.



messer, auf einen viereckigen Thurm der Art aufgesetzt ist, daß das weit vortretende Gesims des Thurmes eine Galerie bildet. Die Mauern des Thurmes sind im Innern dem Grundrisse des Helmes entsprechend, achtseitig aufgeführt, so daß das Gebälke, welches auf doppelte Mauerschwellen, nach Fig. 184 Nr. 2 angeordnet, gesetzt ist, eine der Form des Helmes entsprechende Unterlage hat. Wie aus dem in Fig. 184 bei Nr. 4 abgebildeten Werksatze des Hauptgebälkes ersichtlich ist, sitzen die acht Grathsparren auf vier sich rechtwinkelig kreuzenden Balken, und die Seitenflächen der Grathsparren sind parallel mit der Richtung dieser Balken, eine Anordnung, welche von der üblichen, daß nämlich die Grathsparren nach der Richtung einer senkrecht zur Achse geführten Ebene stehen, ganz abweicht, und mit der eigenthümlichen Anordnung der Stockwerkabtheilungen zusammenhängt. Sitzen so die Grathsparren, gegen jedes Ausweichen der Unterlage gesichert, auf den durchgehenden Kreuzbalken, so sind für die Zwischensparren nur Balkenstiche angeordnet, welche auf die Mauerschwellen gedollt und mit den Kreuzbalken verzapft sind. Bei den steilen Neigungswinkeln der Zwischensparren, welche, wie sich aus der weitern Beschreibung ergeben wird, nur auf halbe Thurmhöhe geführt sind, war ein Ausweichen der Stichbalken nicht zu befürchten. Der Helm ist auf seine ganze Höhe in fünf Stockwerke getheilt und bei jedem Stockwerke sind die gegenüberstehenden Grathsparren durch einen angeblatteten Zangenbalken auf gleiche Weise verbunden, wie dieß in den Grundrissen 5. 6. 7. 8. 9. angegeben ist. Je zwei dieser Balken von gleicher Richtung liegen in gleicher Höhe, wogegen die zwei in entgegengesetzter Richtung liegenden auf halbe Stärke übergreifen und an der auf den vierten Theil ihrer Stärke überblatteten Kreuzungsstelle verschraubt sind. Bei den zwei obersten Gebälken rücken die Kreuzbalken so nahe zusammen, daß sie die bis dahin abwärts verlängerte Helmstange umschließen, so daß darauf die Helmstange vermittelst oberhalb der Zangenbalken durch dieselbe getriebener Keile ruht. Um nun diese Kreuzgebälke nicht allein von ihrer Anblattung abhängig zu machen, sind sie von Gebälke zu Gebälke an den Enden durch ein Bockgestelle mit Andreaskreuzen unterstützt, welche mit Schwelle und Pfette über die Grathsparren hinweggreifen, und, mit diesen überschnitten, zugleich den schwächeren Zwischensparren zur Auflage dienen. Die wechselnde Stellung dieser Bockgestelle ist aus Fig. 181 Nr. 3 zu ersehen. Um das kaum ausführbare Anschiften der Zwischensparren zu vermeiden, sind unterhalb der Stellen, wo die Schiftung beginnen würde, zwischen den Grathsparren horizontale Riegel eingelegt, welche die Enden der unteren Sparren aufnehmen, und auf welchen ein einfacher Sparren

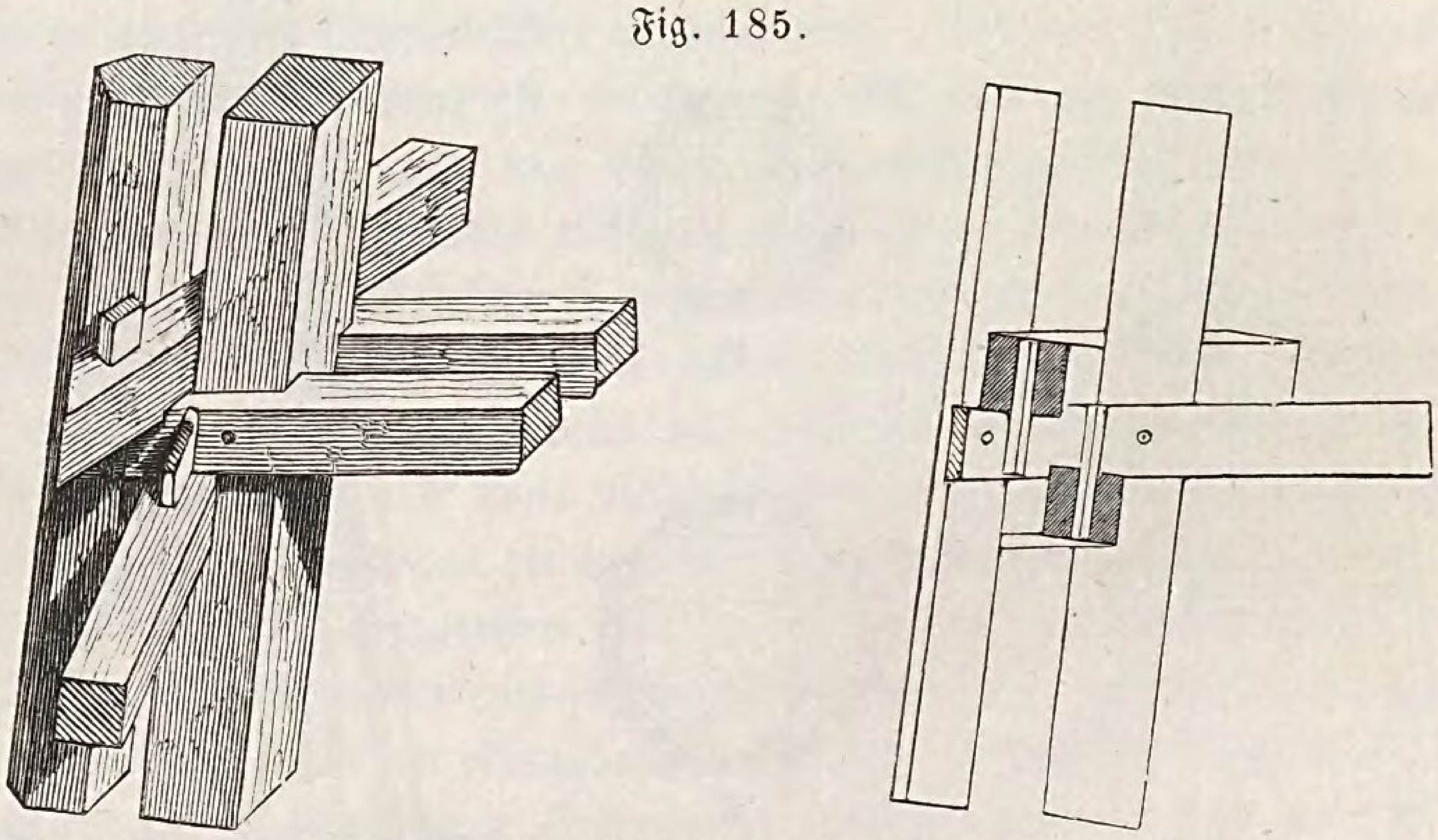
Fig. 184.



aufsitzt, welcher an der ihm zukommenden Schiftstelle wieder in einem solchen Riegel seinen Abschluß findet. Die Grathsparren sind um die Helmstange in der Art angeschiftet, daß die letztere ihre ganze Stärke behält, und der feste Anschluß wird durch einen von oben darüber geführten und fest abwärts getriebenen eisernen Reifen bewirkt.

Durch die zweifache Unterstützung der Gebälke, sowol durch die Hauptgrathsparren, als durch die Pfetten der Andreaskreuze, wird nicht nur die Festigkeit vermehrt und die Belastung gleichmäßig vertheilt, sondern es wird, was sehr wichtig ist, das Aufschlagen des Thurmes und die Vornahme von Reparaturen dadurch sehr erleichtert. Bei dem Aufschlagen werden nämlich zuerst die vier unteren Andreaskreuze gestellt und das erste Gebälk auf dieselben gelegt. Dann werden die Grathsparren aufgestellt, deren Länge jedesmal durch zwei Stockwerke reicht, und mit den Balken verschraubt. Auf diesem festen Gerüste wird nun auf dieselbe Weise fortgefahren, und es ist nirgends eine Einrüstung erforderlich.

Fig. 185.



Betrachten wir diese Construction in allen ihren Einzelheiten, so werden wir dabei allen Anforderungen, die wir an Thurmhelme stellen zu müssen glaubten, so vollkommen und dabei auf so einfach natürliche Weise entsprochen finden, daß wir darin das Werk des erfahrenen Meisters erkennen müssen, welches einer wirklichen Verbesserung kaum fähig sein dürfte.

Wie die einzelnen Theile aufgeschlagen werden konnten, eben so können sie ohne Beeinträchtigung des Ganzen wieder herausgenommen werden. Die in den Fig. **177** und **178** dargestellten Helmformen tragen um deßwillen nichts zu einer Veränderung in der Construction der achtseitigen Helme bei, weil die sich an die Helme anschließenden

Walmdächer ganz unabhängig von den Helmen behandelt und an den Helm die Sparren der Walmdächer stumpf angeschiftet werden.

Als die einfachste Construction schlanker Thurmhelme schlägt Moller noch vor, dadurch den Grathsparren die nöthige Steifigkeit zu geben, daß immer ein zweiter mit dem Grathsparren paralleler Pfosten in solcher Entfernung von dem Grathsparren nach innen aufgestellt wird, daß zwischen Pfosten und Sparren in jeder Stockwerksabtheilung ein zur Verspannung erforderlicher Schwellenkranz nach Fig. 185 eingelegt werden kann. Der Schwellenkranz ruht auf angeblatteten und mit dem innern Pfosten verschraubten Doppelzangen, welche zugleich, nach dem Dachraum verlängert, das Gerüste zum Aufschlagen und Repariren abgeben. Die Kranzschwellen sind bei der Kreuzung unter sich schwach verblattet, und werden durch oben eingesetzte Keile mit den Doppelzangen fest verspannt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei dieser Verstärkung und Verspannung der Grathsparren ganz hohle Thurmhelme construirt werden können, bei welchen durchgehende Zangenbalken nur zur Verbindung der Helmstange erforderlich sind. Darnach construirte Helme in Abbildung mitzutheilen, möchte überflüssig erscheinen, und schließe ich die Betrachtung mit dem Wunsche, daß der Construction der Thürme die verdiente Aufmerksamkeit zugewendet werden möge.

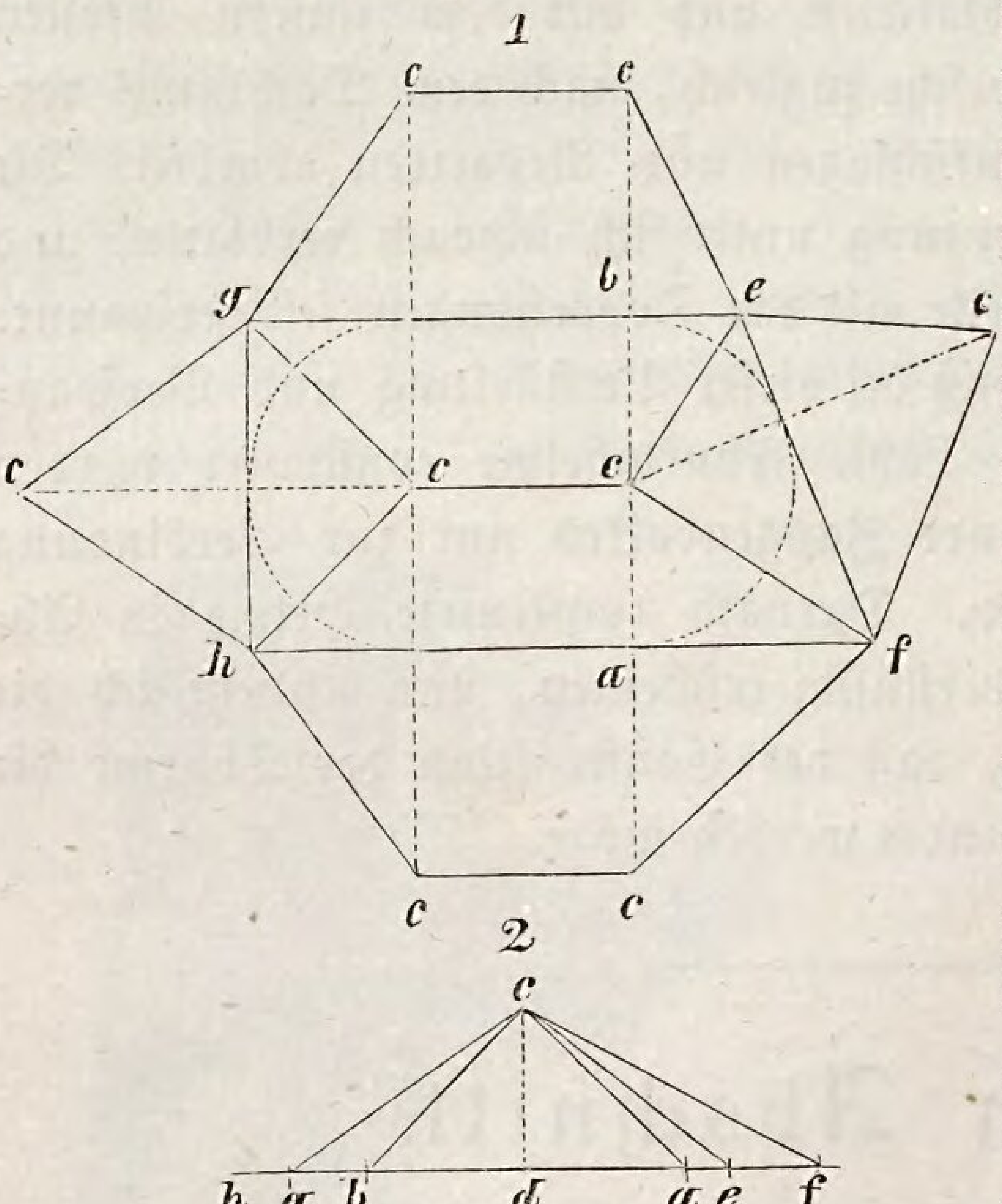
Neunter Abschnitt.

Von den Dachzerlegungen.

Um bei Walmdächern und bei Dächern mit Widerkehr die Anfallspunkte der Walmen und Kehlen, die Richtung der Firstlinien, Gräthe und Kehlen, und bei windschiefen Dächern auch die Krümmung der Grath- und Kehllinien bestimmen zu können, ist es nöthig, eine genaue Zeichnung dieser Linien auf den Werksatz zu tragen, um darnach die Balkenlage anzuordnen, und die Grath- und Kehlsparren sammt den anschließenden Schiftsparren herauszutragen. Da bei diesem Aufzeichnen die Gesammtdachfläche in ihre einzelnen Theile zerlegt werden muß, so begreift man das dabei einzuhaltende Verfahren unter dem Namen der Dachzerlegung. Dachverfällung wird dieses Verfahren zuweilen benannt, weil durch die Theilung der einzelnen Dachflächen zugleich deren Gefälle oder Abfall bestimmt wird.

Wir werden die erstere Benennung als die das Verfahren bezeichnendere beibehalten. Den Winkel, welchen die Dachflächen gegen die horizontale Grundfläche einschließen, werden wir als Dachrösche bezeichnen. — Wenn alle Dachflächen gleiche Rösche haben, so wird dadurch den Anforderungen an die Festigkeit des Dachwerkes und an die gleichmäßige Ableitung des Wassers entsprochen, und es ergiebt sich daraus die Regel: den Walmen gleiche Rösche mit den anschließenden Langseiten des Daches zu geben, und durch die Firstlinie die Grundfläche zu halbiren. Abweichungen von dieser Regel müssen durch besondere Umstände geboten sein, wie etwa bei Thürmen, wo die Form des Daches eine bestimmte und von anderen Dächern sehr abweichende Zerlegung vorschreibt. Wenden wir diese Regel auf die Zerlegung des Daches nach Fig. 186 an, so werden wir auf dem Werksatze wie folgt zu verfahren haben. Bei gleicher Breite des Daches wird auf gleicher Entfernung von den Grundlinien der Langseiten die Firstlinie cc aufgeschnürt. Um

Fig. 186.



auf dieser Firstlinie die Anfallspunkte der beiden Walmen zu bestimmen, wird eine Schnur auf die Länge von der halben Dachbreite gespannt und mit dem einen Ende derselben auf der Firstlinie so lange gegen die Grundlinien der Walmen vorgefahren, bis ein mit dem andern Ende gezogener Kreis die Grundlinie der Walmen eben so wie die Grundlinien der Langseiten schneidet. Die Mittelpunkte dieser Kreise werden nun als die Anfallspunkte der Walmen auf der Schnurlinie bezeichnet, und von diesen Punkten aus die Grathlinien nach den entsprechenden Ecken aufgeschnürt. Da bei gleichen Dachröschen die also gefundenen Grathlinien zugleich die Winkel der Ecken, von denen aus sie nach den Anfallspunkten geführt sind, halbiren, so könnten die Anfallspunkte an der Firstlinie auch durch die Halbirung der Winkel von den Ecken der Grundfigur aus gefunden werden. Dieses Verfahren ist aber auf dem Werksatze nicht anwendbar.

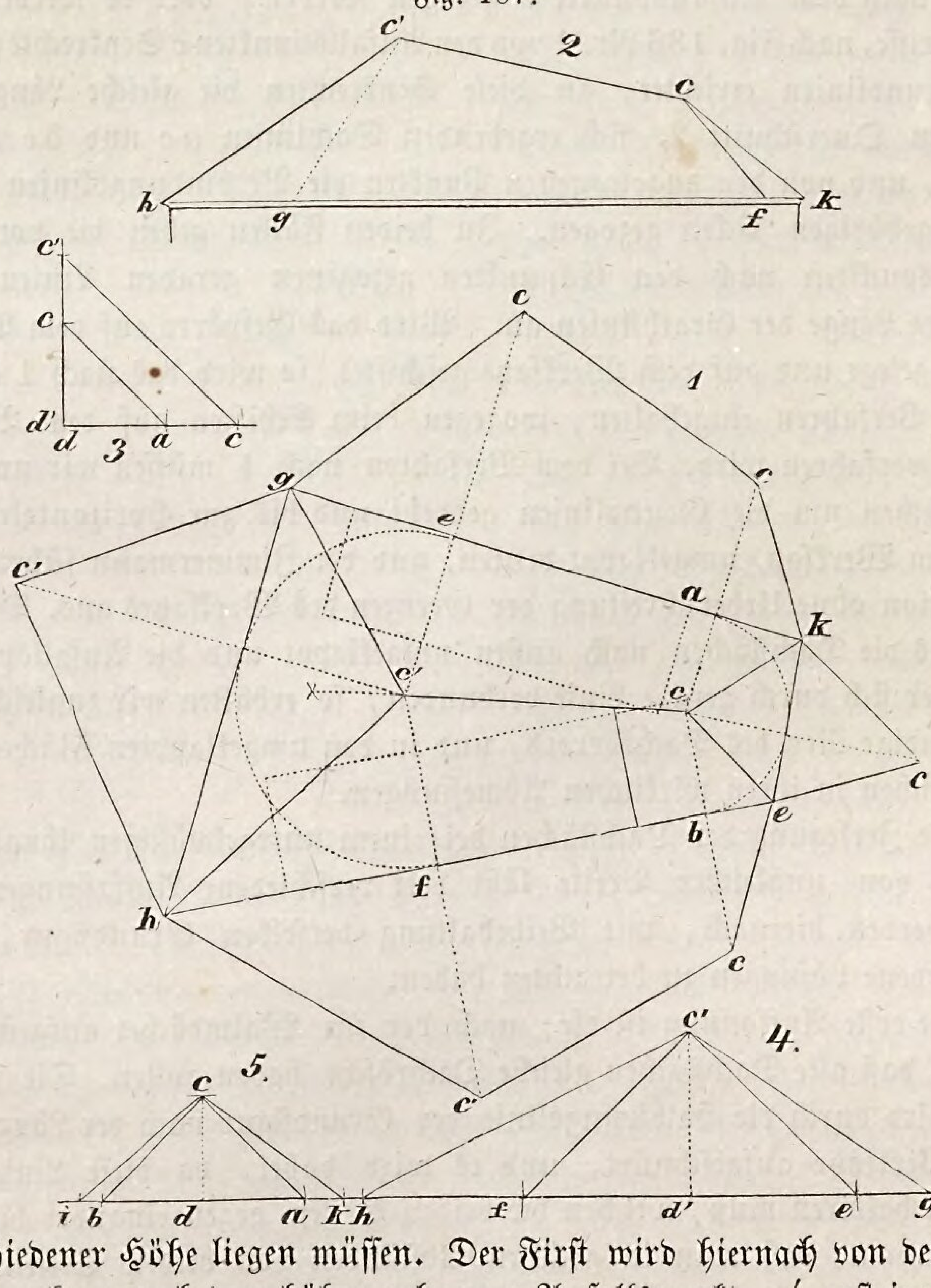
Ist die Dachhöhe bestimmt, so kann die wirkliche Länge der Grathlinien entweder nach Fig. 186 Nr. 2 in der Weise construirt werden, daß in dem durch den Anfallspunkt geführten Durchschnitte von dem Fußpunkte *d* einer von dem Anfallspunkte *c* auf der Grundlinie *ab* errichteten Senkrechten die Abmessungen der im Grundrisse verzeichneten Grathlinien *ec*–*fc*–*ch*–*eg* auf der Grundlinie von *d* nach *e*, nach *f*, nach *g* und nach *h* angetragen, und von diesen Punkten die geraden Linien nach dem Anfallspunkte *c* gezogen werden; oder es werden im Grundrisse, nach Fig. 186 Nr. 1 von den Anfallspunkten *c* Senkrechte gegen die Grundlinien errichtet, an diese Senkrechten die gleiche Länge der aus dem Querschnitt 2. sich ergebenden Dachlinien *ac* und *bc* angetragen, und von den angetragenen Punkten die Verbindungslinien nach den zugehörigen Ecken gezogen. In beiden Fällen geben die von den Anfallspunkten nach den Eckpunkten gezogenen geraden Linien die wirkliche Länge der Grathlinien an. Wird das Gespärre auf dem Werksatze zugelegt und auf dem Werksatze geschiftet, so wird das nach 1 angegebene Verfahren eingehalten, wogegen beim Schiften auf dem Bunde nach 2 verfahren wird. Bei dem Verfahren nach 1 müssen wir uns die Dachflächen um die Grundlinien gedreht und bis zur Horizontalebene, hier dem Werksatz, umgeklappt denken, und der Zimmermann führt diese Operation ohne Ueberschreitung der Grenzen des Werksatzes aus. Denken wir uns die Dachflächen nach außen umgeklappt und die Anfallspunkte *cc* unter sich durch gerade Linie verbunden, so erhalten wir zugleich das vollständige Netz des Dachkörpers, und in den umgeklappten Flächen die Dachflächen in ihren wirklichen Abmessungen.

Die Zerlegung der Dachflächen bei einem unregelmäßigen länglichen Viereck von ungleicher Breite läßt drei verschiedene Auffassungen zu. Wir werden hiernach, mit Beibehaltung derselben Grundfigur, drei verschiedene Lösungen zu betrachten haben.

Die erste Auffassung ist die, nach der für Walmdächer aufgestellten Regel, daß alle Dachflächen gleiche Dachrösche haben sollen. Die Firstlinie wird durch die Halbirungslinie der Grundfigur nach der Länge auf dem Werksatze aufgeschnürt, und es wird dabei, da diese Linie den Winkel halbiren muß, welchen die beiden Seiten gegen einander bilden, so verfahren, daß man in gleichen Abständen von beiden Seitenlinien damit parallele Linien zieht, welche innerhalb die Figur schneiden, und daß man nun den eingeschlossenen Winkel von der Spitze aus halbirt. Auf dieser Halbirungslinie werden nun die Anfallspunkte für die beiden Walmen vermittelst einer Schnur aufgesucht, deren eines Ende so lange

auf der Halbirungslinie fortbewegt wird, bis das andere Ende, im Kreise nach den drei Seiten geführt, an diesen drei Seiten schneidet. Die auf diese Weise gefundenen Anfallspunkte, hier *c* und *c'*, werden nun von den Umfangslinien ungleich entfernt sein, und, bei der Annahme gleicher Dachrösche als Firstpunkte betrachtet, wenn wir nach Fig. 187 Nr. 3 von dem Fußpunkte der über *c c'* geführten Senkrechten diese Abstände antragen und darnach die Dachrösche unter gleichem Winkel führen, auch in

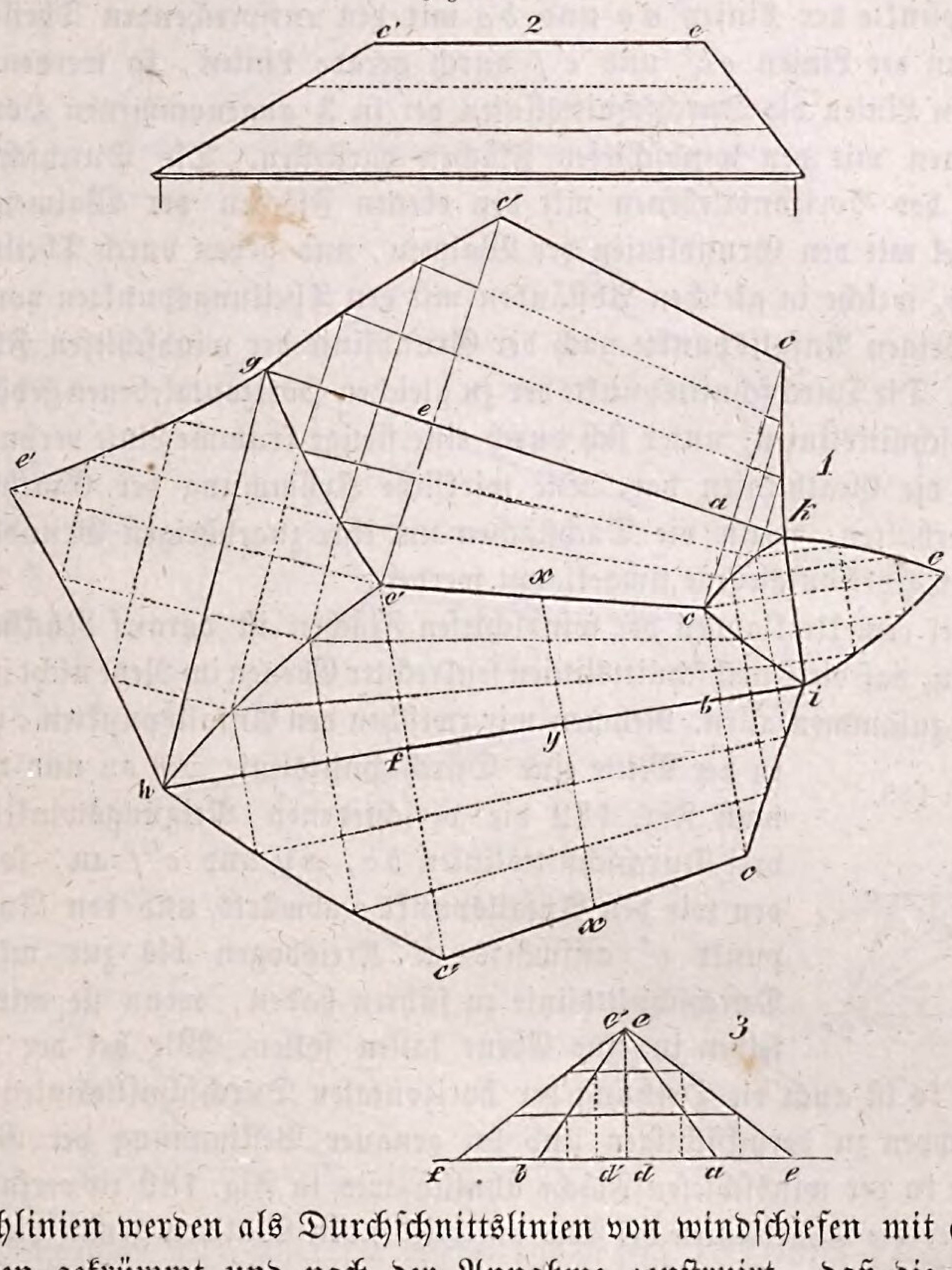
Fig. 187.



verschiedener Höhe liegen müssen. Der First wird hiernach von dem Anfallspunkte *c* nach dem höher gelegenen Anfallspunkte *c'* ansteigen, wie aus Fig. 187 Nr. 2 zu ersehen ist. Zum Austragen der Grathlinien sind zwei Durchschnitte nach den Anfallspunkten *c* und *c'* erforderlich, und es wird dabei, wie im ersten Beispiele angeführt, verfahren.

Die zweite Auffassung setzt einen horizontalen First voraus und bedingt hiernach windschiefe Flächen für die Langseiten des Daches, während die Walmen aus ebenen Flächen bestehen. Die Firstlinie wird wie in Fig. 187 und eben so werden die Anfallspunkte c' und c in gleicher Entfernung von den entsprechenden Seiten der Grundfläche bestimmt. Die

Fig. 188.

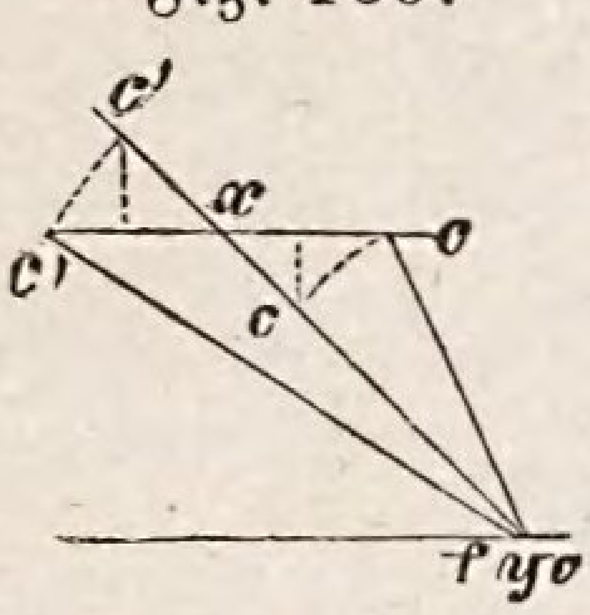


Grathlinien werden als Durchschnittslinien von windschiefen mit ebenen Flächen gekrümmt und nach der Annahme construirt, daß die windschiefen Dachflächen durch die Fortbewegung gerader, aber unter verschiedenen Winkeln geneigter Linien gebildet werden, welche die Grundlinien $k\,g$ und $i\,h$ zu Leitlinien haben. Denken wir uns nach 3 die Durchschnitte des Daches durch die beiden Anfallspunkte c und c' und diese wieder durch horizontale Ebenen in gleichen Entfernungen von ein-

ander geschnitten, so werden die Seiten der Dreiecke *abc* und *c'ef* in eben soviel gleiche Theile geschnitten, als wir horizontale Ebenen angenommen haben. Von diesen Schnittpunkten Senkrechte gegen die Grundfläche errichtet, wird auch die Entfernung dieser Senkrechten bei jedem Dreiecke eine gleiche sein. Tragen wir diese Entfernungen an die entsprechenden Linien *ac* und *bc* so wie *ec'* und *c'f* und verbinden die Theilungspunkte der Linien *ac* und *bc* mit den entsprechenden Theilungspunkten der Linien *ec'* und *c'f* durch gerade Linien, so werden diese geraden Linien die Durchschnittslinien der in 3 angenommenen Horizontalebenen mit den windschiefen Flächen darstellen. Die Durchschnittslinien der Horizontalebenen mit den ebenen Flächen der Walmen sind parallel mit den Grundlinien der Walmen, und gehen durch Theilungspunkte, welche in gleichen Abständen mit den Theilungspunkten von dem zugehörigen Anfallspunkte nach der Grundlinie der windschiefen Flächen liegen. Die Durchschnittspunkte der zu gleichen Horizontalebenen gehörigen Durchschnittslinien, unter sich durch eine stetige krumme Linie verbunden, stellen die Grathlinien dar. Die wirkliche Krümmung der Grathlinien wird erhalten, wenn die Dachflächen um ihre zugehörigen Grundlinien bis zur Horizontalebene umgeklappt werden.

Bei dem Umklappen der windschiefen Flächen ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Durchschnittslinien senkrechter Ebenen im Netze nicht in eine Ebene zusammenfallen. Nehmen wir zwischen den Anfallspunkten *c* und *c'* in der Mitte eine Durchschnittslinie *xy* an und tragen nach Fig. 189 die verschiedenen Neigungswinkel der drei Durchschnittslinien *bc*, *xy* und *c'f* an, so werden wir den Anfallspunkt *c* abwärts und den Anfallspunkt *c'* aufwärts in Kreisbogen bis zur mittlern Durchschnittslinie zu führen haben, wenn sie mit derselben in eine Ebene fallen sollen. Wie bei der Firstlinie, so ist auch die Drehung der horizontalen Durchschnittslinien beim Umklappen zu berücksichtigen und bei genauer Bestimmung der Grathpunkte in der windschiefen Fläche ähnlich wie in Fig. 189 zu verfahren. Da aber die Grathlinien bei den anschließenden Walmen genau dieselben sind, so können sie viel einfacher aus den umgeklappten Walmflächen entnommen werden.

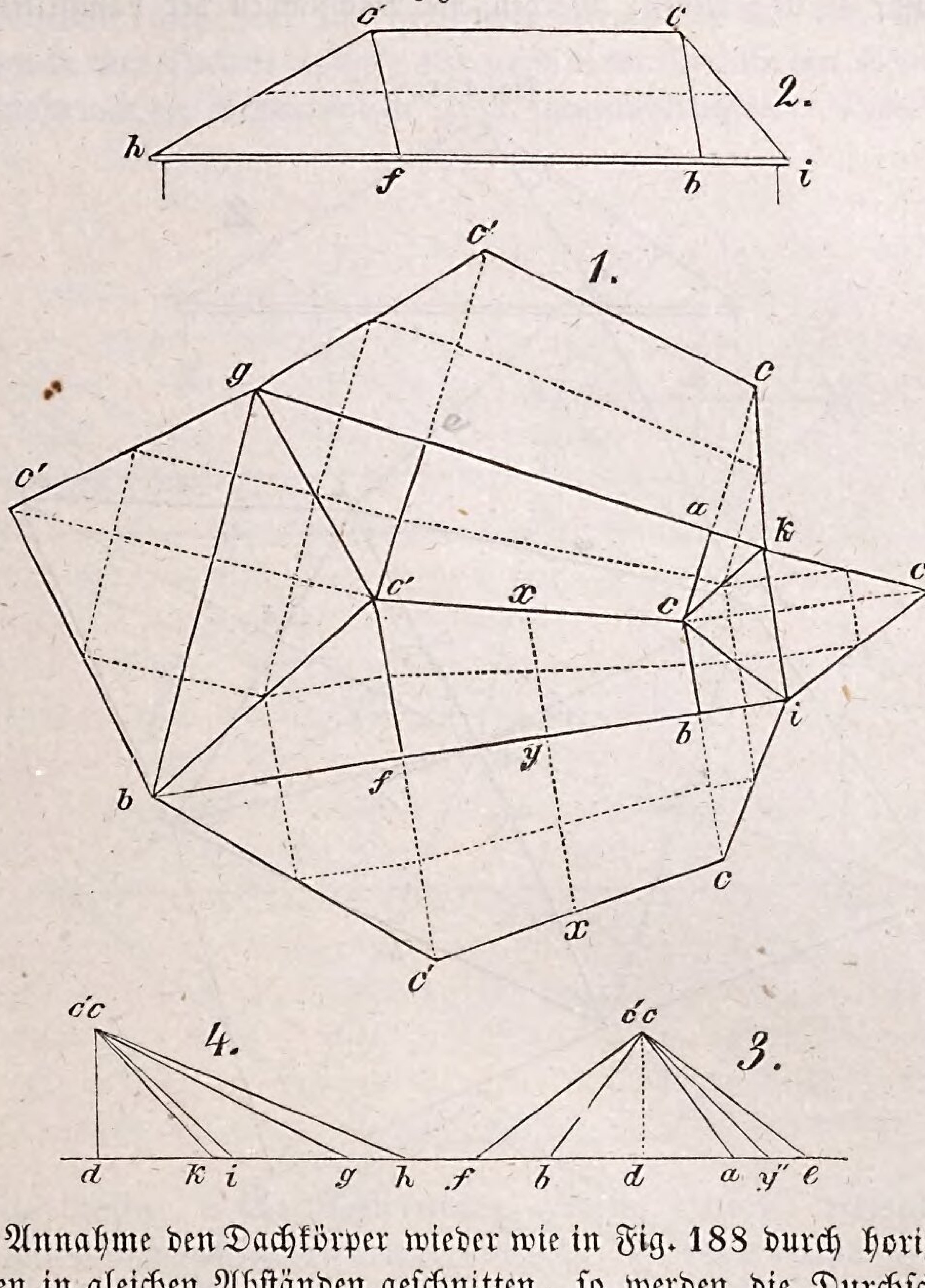
Fig. 189.



Die dritte Auffassung geht ebenfalls, wie die zweite, von einer gleichen Firsthöhe aus; es sollen aber die, in der Ausführung schwierigen und zugleich unschönen krummen Grathlinien vermieden werden. Es werden zu dem Ende nur die zwischen den Anfallspunkten *cc'* Fig. 190 Nr. 1.

durch senkrechte von diesen gegen die Umfangslinien geführten Ebenen eingeschlossenen Dachflächen *aecc'* und *bfcc'* als windschiefe Flächen behandelt, wogegen die an den Walmflächen schließenden Dreiecke *egc'*, *fhc'*, *akc* und *ibc* ebene Flächen sein müssen. Denken wir uns nach

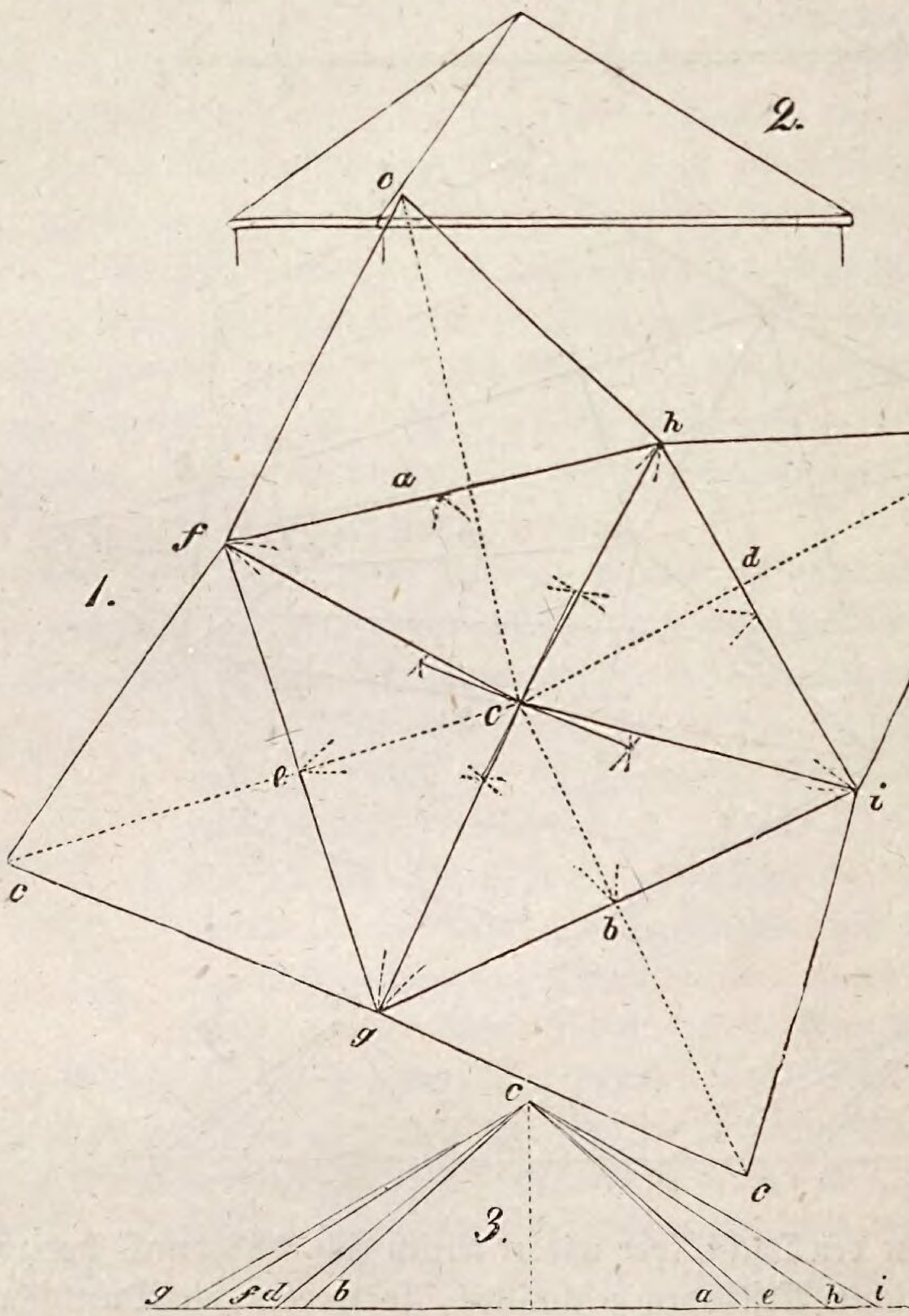
Fig. 190.



dieser Annahme den Dachkörper wieder wie in Fig. 188 durch horizontale Ebenen in gleichen Abständen geschnitten, so werden die Durchschnittslinien der windschiefen Dachflächen und der daran grenzenden Dreiecksebenen durch dieselben Theilungspunkte gehen, von den Durchschnittslinien der, von den Anfallspunkten gegen die Grundlinien senkrecht geführten Ebenen aber ihre Richtung in der Weise verändern müssen, daß die Durchschnittslinien der Dreiecksebenen parallel mit den zugehörigen

Grundlinien gehen, wogegen die Durchschnittslinien der windschiefen Flächen von der größern nach der geringern Dachbreite verjüngt zu= laufen. Es entstehen hiernach, beim Anschlusse der windschiefen Flächen an die Dreiecksebenen, Brüche in den Dachflächen der Langseiten, welche auf der einen Seite kehlartig einwärts gehen, auf der andern Seite vortretende Gräthe bilden. Werden die Dachflächen der Langseiten bis

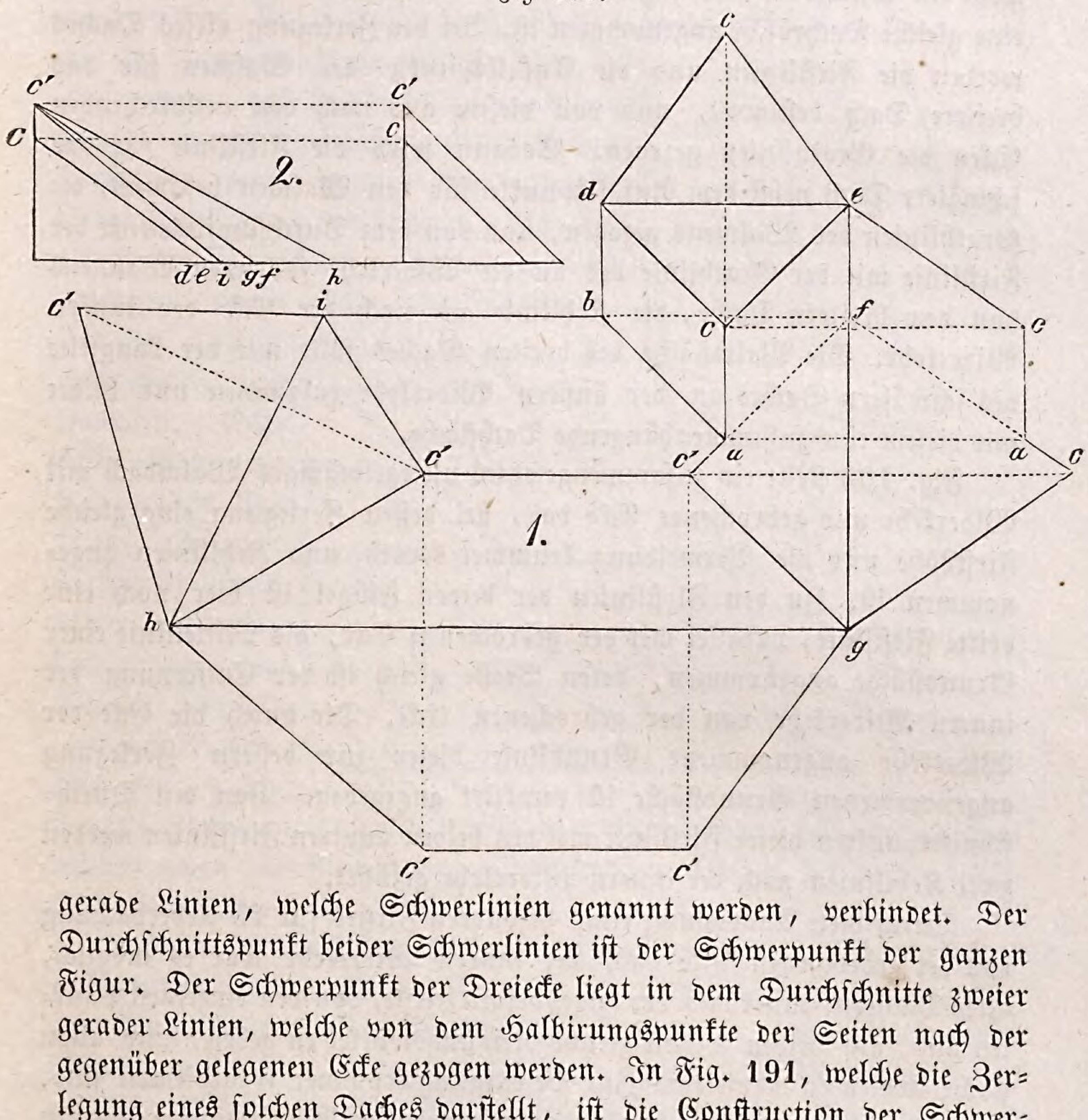
Fig. 191.



zur Horizontalebene umgeklappt, so werden auch die Grundlinien von den Fußpunkten *a e* und *b f* aus gebrochen werden müssen, weil jede Dachfläche der Langseiten aus drei Theilen, einer windschiefen Fläche und zwei Dreiecksebenen, besteht.

Bei der Ueberdachung eines unregelmäßigen Viereckes, dessen Seiten nicht so ungleich lang sind, daß eine Firstlinie angenommen werden kann, wird ein vierseitiges Walmdach angewendet, und es vereinigen sich die vier Walmdächer in einem gemeinsamen Anfallspunkte, dem Firstpunkte, welcher senkrecht über dem Schwerpunkte der Grundfigur angenommen wird. Der Schwerpunkt der Grundfigur wird gefunden, indem man das Viereck durch zwei von gegenüber gelegenen Ecken gezogene gerade Linien in vier Dreiecke zerlegt, für jedes dieser Dreiecke den Schwerpunkt aufsucht und die Schwerpunkte zweier gegenüberliegender Dreiecke durch

Fig. 192.



gerade Linien, welche Schwerlinien genannt werden, verbindet. Der Durchschnittspunkt beider Schwerlinien ist der Schwerpunkt der ganzen Figur. Der Schwerpunkt der Dreiecke liegt in dem Durchschnitte zweier gerader Linien, welche von dem Halbirungspunkte der Seiten nach der gegenüber gelegenen Ecke gezogen werden. In Fig. 191, welche die Zerlegung eines solchen Daches darstellt, ist die Construction der Schwerpunkte punktirt eingezeichnet.

Andere Zerlegungen, als die in den vorhergehenden Beispielen betrachteten, kommen bei Dächern über geradlinig begrenzten Grundflächen nicht vor, und es hängt bei unregelmäßigen und zusammengesetzten Dächern von der Form der Grundflächen und den Anforderungen in Bezug auf zweckmäßige Ableitung des Wassers ab, welche der in Fig. 187, 188 und 190 gegebenen verschiedenen Auffassungen bei der Dachzerlegung Anwendung finden kann, und es können Fälle vorkommen, wo die Zerlegung zusammengesetzter Dächer nach den drei verschiedenen Auffassungen angeordnet werden muß. Fig. 192 giebt ein Walmdach von ungleicher Breite mit Widerkehr, bei welchem eine gleiche Dachrösche angenommen ist. Bei der Zerlegung dieses Daches werden die Firstlinien und die Anfallspunkte der Walmen für das breitere Dach bestimmt, und von diesem aus nach den entsprechenden Ecken die Grathlinien gezogen. Sodann wird die Firstlinie für das schmälere Dach nebst dem Anfallspunkte für den Walmen bestimmt, die Grathlinien des Walmens gezogen, und von dem Durchschnittspunkt der Firstlinie mit der Grathlinie des an die Widerkehr fallenden Walmens von dem breitern Dache, die Kehllinie ab nach der Ecke der innern Widerkehr. Die Walmfläche des breiten Daches fällt mit der Langseite des schmälern Daches an der äußern Widerkehr zusammen und bildet mit diesem eine zusammenhängende Dachfläche.

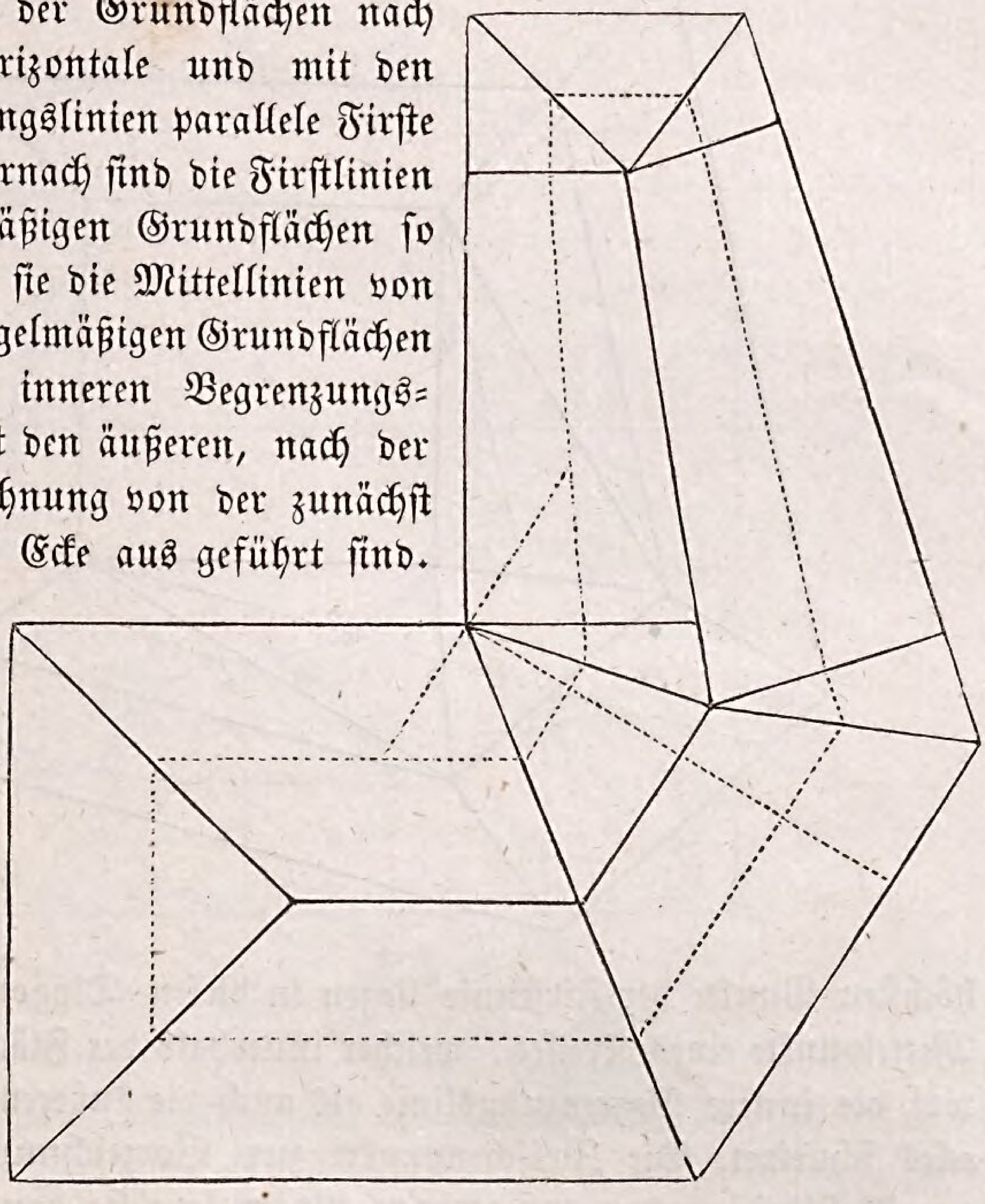
Fig. 193 stellt ein zusammengesetztes unregelmäßiges Walmdach mit Widerkehr und gebrochener Ecke dar, bei dessen Zerlegung eine gleiche Firsthöhe und die Vermeidung krummer Grath- und Kehllinien angenommen ist. Zu den Firstlinien der beiden Flügel ist hier noch eine dritte Firstlinie, parallel mit der gebrochenen Ecke, als Mittellinie einer Grundfläche angenommen, deren Breite gleich ist der Entfernung der innern Widerkehr von der gebrochenen Ecke. Die durch die Ecke der Widerkehr angenommene Grundlinie dieser zur bessern Zerlegung angenommenen Grundfläche ist punktirt angegeben. Von den Durchschnittspunkten dieser Firstlinie mit den beiden anderen Firstlinien werden zwei Kehllinien nach der innern Widerkehr geführt.

Durch diese Anordnung eines besondern Firstes für die Ueberdachung von der gebrochenen Ecke nach der innern Widerkehr war es möglich, allen Dächern, innerhalb der zugehörigen Firste, von den einzelnen Punkten aus, auf beiden Seiten gleiche Neigungswinkel zu geben, und allzu flache Kehlen zu vermeiden. Zur Beseitigung krummer Grathlinien sind, wie aus den in Fig. 193 punktirt gezeichneten Durchschnittslinien einer in halber Dachhöhe durchgeführten Horizontalebene zu ersehen, die wind-

schiefen Flächen des Armes von ungleicher Breite durch Dreiecksebenen, sowol senkrecht von den Anfallspunkten der Walmen, als auch senkrecht von der innern Ecke der Widerkehr abgeschlossen.

Bei Fig. 194 ist angenommen, daß Gebäude von theils regelmäßiger, theils unregelmäßiger Grundform einen regelmäßigen quadraten Hof umgeben. Bei der Zerlegung der Dächer sollen windschiefe Flächen vermieden werden, und die unregelmäßige Form der Grundflächen nach außen durch horizontale und mit den äußeren Begrenzungslinien parallele Firste versteckt sein. Hiernach sind die Firstlinien für die unregelmäßigen Grundflächen so angeordnet, daß sie die Mittellinien von angenommenen regelmäßigen Grundflächen darstellen, deren inneren Begrenzungslinien parallel mit den äußeren, nach der punktirten Einzeichnung von der zunächst gelegenen innern Ecke aus geführt sind. Für die äußeren gebrochenen und stumpfen Ecken sind, wie im vorhergehenden Beispiele, besonder Firstlinien angeordnet. Zur Ueberdachung der Dreiecke von den unregelmäßigen Vierecken, welche bei den Dächern mit parallelen Firsten unberücksichtigt geblieben waren, werden gegen die Kehlen der anschließenden Dächer besondere Dachflächen eingelegt.

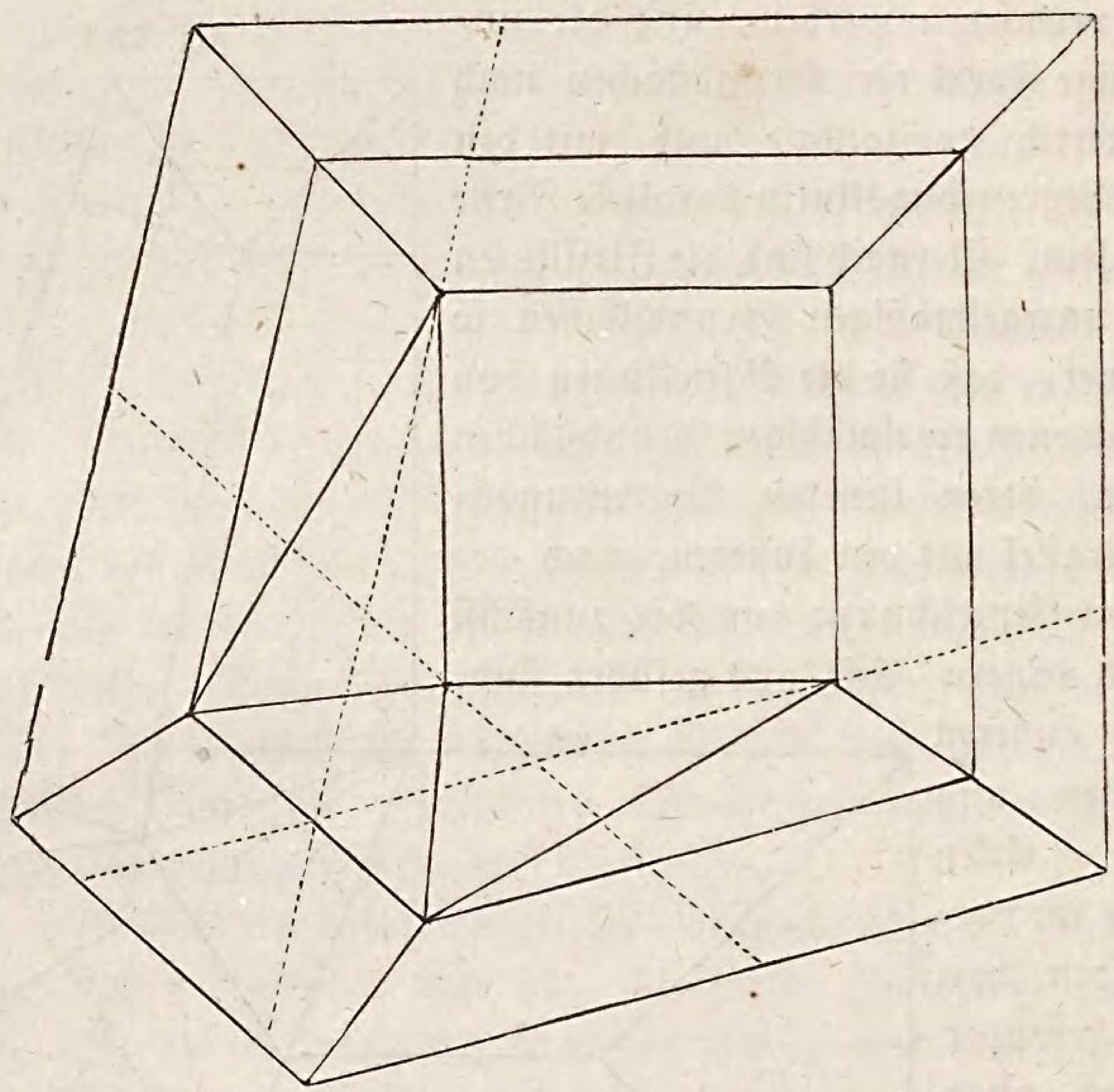
Fig. 193.



Nehmen wir nach Fig. 195 an, daß ein quadrates Gebäude einen kreisrunden Hof umschließe, so wird die Dachzerlegung so anzuordnen sein, daß senkrechte Ebenen, sowol senkrecht gegen die äußeren Begrenzungslinien, als auch normal gegen den Mittelpunkt des Kreises geführt, die Dachflächen in geraden Linien schneiden, daß sonach alle Dachsparren gerade werden. Hieraus ergiebt sich, daß eine

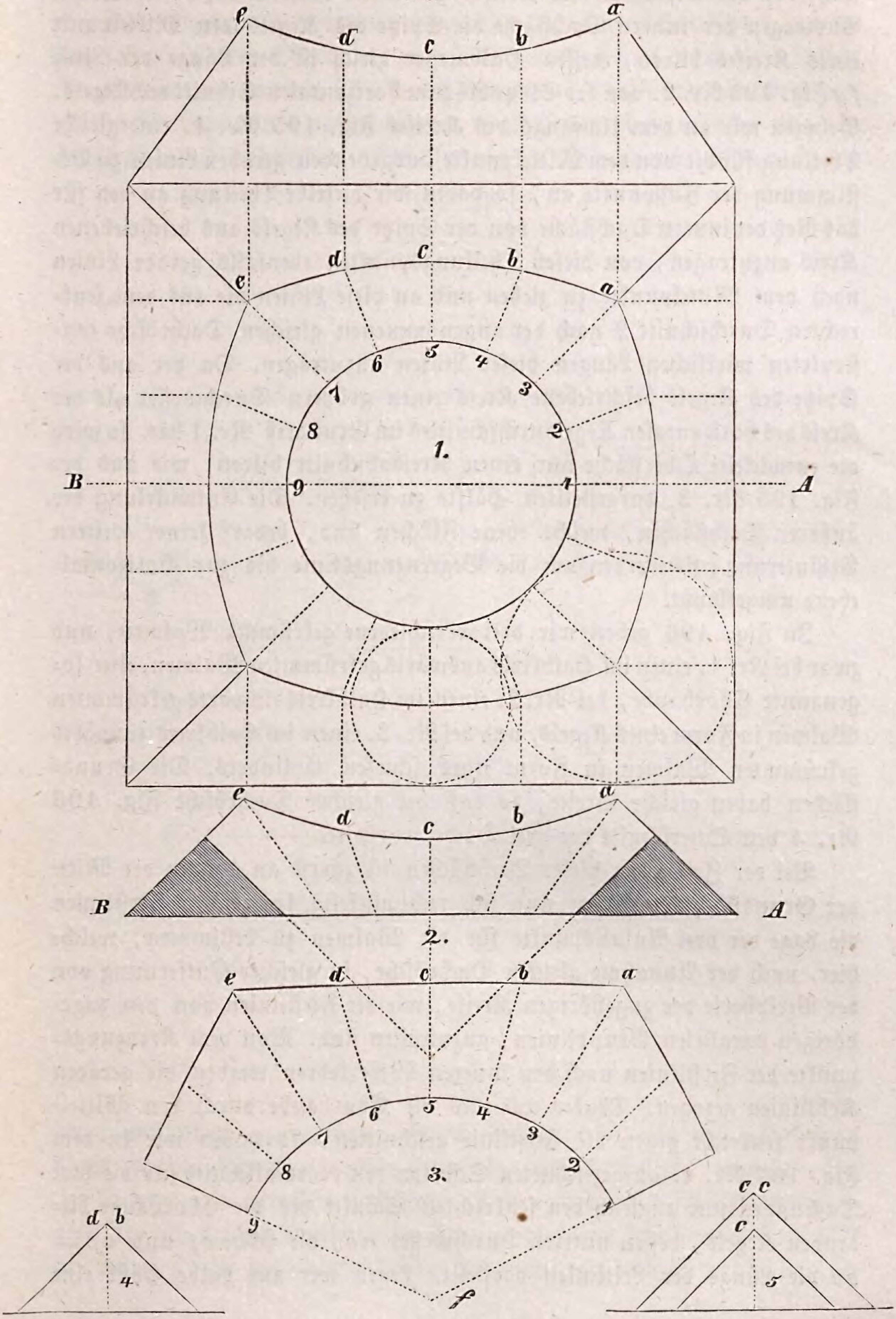
gleiche Dachrösche beibehalten werden muß, wenn die Dachflächen nicht windschief und gedreht werden sollen, und daß die Firstlinie gekrümmt wird und abwechselnd steigt und fällt. Dieß vorausgesetzt, werden die Grathlinien der äußeren Dachflächen nach der Diagonale des Quadrates gehen und verlängert sich im Mittelpunkte des Kreises schneiden. Die

Fig. 194.



höchsten Punkte der Firstlinie liegen in diesen Diagonalen und zwar im Mittelpunkte eines Kreises, welcher innerhalb der Fläche beschrieben, sowol die innere Begrenzungslinie als auch die äußeren Seiten des Rechteckes schneidet. Die Zwischenpunkte zur Vorzeichnung der gekrümmten Firstlinie werden auf geraden Linien, welche von dem Mittelpunkte des Kreises gezogen werden, auf dem Werksatze vermittelst einer Schnur aufgesucht, deren eines Ende so lange auf diesen Linien gerückt wird, bis das andere Ende sowol den Kreis als auch die äußere gerade Begrenzungslinie schneidet, wie dieß in Fig. 195 Nr. 1 punktirt angegeben ist. Die inneren an den kreisrunden Hofraum anschließenden Dachflächen bilden einen Theil der Oberfläche eines abgestutzten Kegels, dessen Spitze in einer durch den Mittelpunkt des Kreises errichteten Senkrechten sich da befindet, wo die den Neigungswinkel des Daches einschließenden Linien, abwärts verlängert, sich schneiden. Da die Kegel=

Fig. 195.



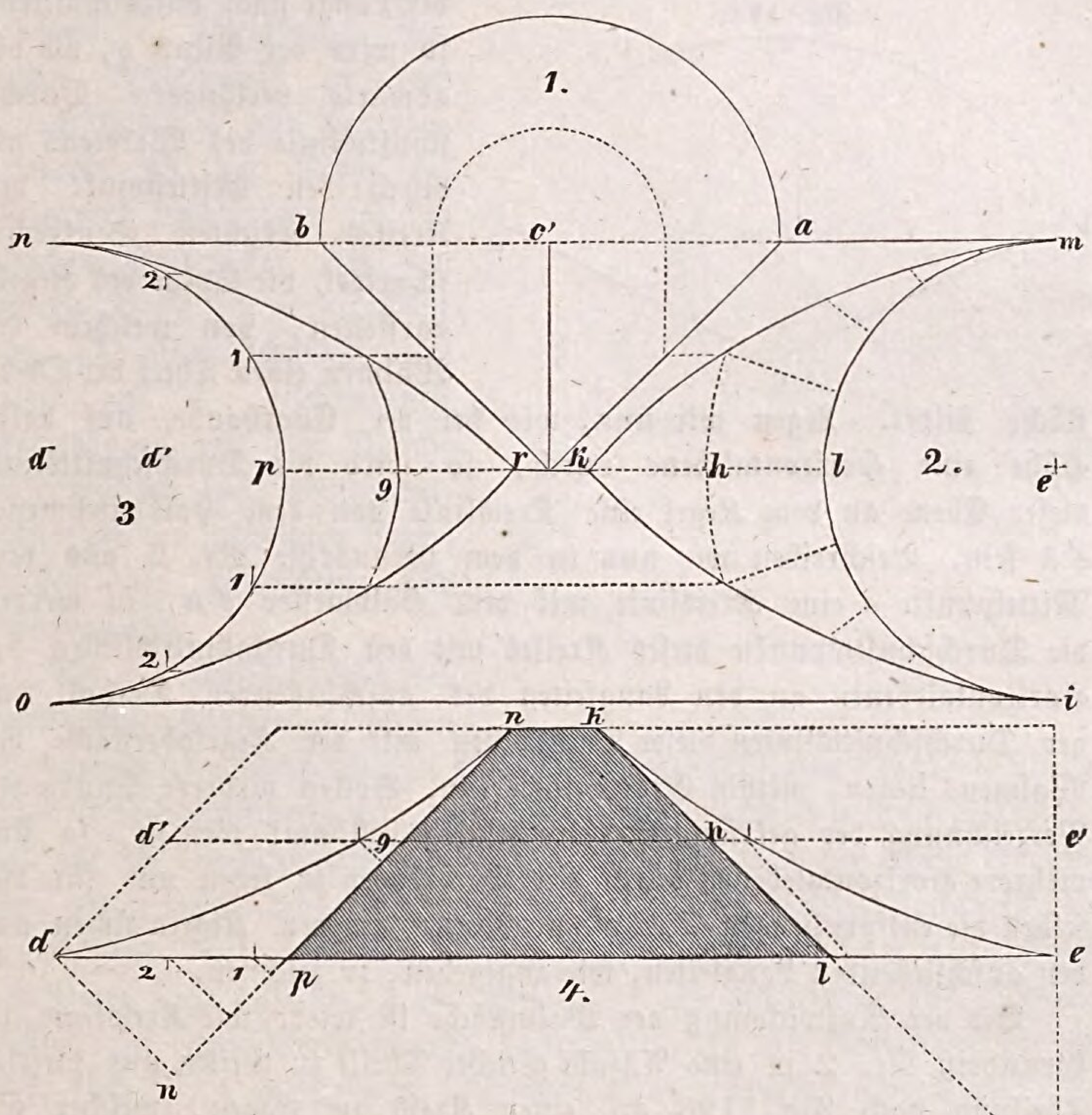
spitze von der Peripherie des Kreises gleichweit entfernt ist, so wird beim Austragen der innern Dachfläche die Spitze des Kegels den Mittelpunkt eines Kreises bilden, dessen Halbmesser gleich ist der Länge der Linie *fg* Fig. 195 Nr. 2. von der Spitze bis zum horizontalen Schnitt des Kegels. Nehmen wir an dem Umfange des Kreises Fig. 195 Nr. 1. eine gleiche Theilung für die von dem Mittelpunkte ausgehenden geraden Linien zu Bestimmung der Fußpunkte an, so haben wir dieselbe Theilung an den für das Netz der innern Dachfläche von der Spitze des Kegels aus beschriebenen Kreis anzutragen, von diesen Theilungspunkten ebenfalls gerade Linien nach dem Mittelpunkte zu ziehen und an diese Linien die aus dem senkrechten Durchschnitt 2 nach der angenommenen gleichen Dachrösche construirten wirklichen Längen dieser Linien anzutragen. Da der aus der Spitze des Kegels beschriebene Kreis einen größern Durchmesser als der Kreis des horizontalen Kegeldurchschnittes im Grundriß Nr. 1 hat, so wird die entwickelte Oberfläche nur einen Kreisabschnitt bilden, wie aus der Fig. 195 Nr. 3. dargestellten Hälfte zu ersehen. Die Entwickelung der äußeren Dachflächen, welche ebene Flächen sind, bedarf keiner weitern Erläuterung; sie werden um die Begrenzungslinie bis zur Horizontalebene umgeklappt.

In Fig. 196 geben wir drei verschiedene gekrümmte Walmen, und zwar bei Nr. 1. einen im Halbkreis auswärts gekrümmten Walmen, eine sogenannte Chorhaube, bei Nr. 2. einen im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen in Form eines Kegels, und bei Nr. 3. einen im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen in Form eines schiefen Cylinders. Die Grundflächen haben gleiche Breite, so daß bei gleicher Dachrösche Fig. 196 Nr. 4 den Querschnitt der drei Dächer darstellt.

Bei der Zerlegung dieser Dachflächen ist zuerst an den in der Mitte der Grundfläche liegenden und sich rechtwinkelig kreuzenden Firstlinien die Lage der drei Anfallspunkte für die Walmen zu bestimmen, welche hier, nach der Annahme gleicher Dachrösche, in gleicher Entfernung von der Peripherie der zugehörigen Kreise, wie die Firstlinien von den zugehörigen parallelen Grundlinien, anzutragen sind. Von dem Kreuzungspunkte der Firstlinien nach den inneren Widerkehren werden die geraden Kehllinien gezogen. Denken wir uns die Chorhaube durch den Mittelpunkt senkrecht gegen die Firstlinie geschnitten, so haben wir in dem Fig. 196 Nr. 4. aufgezeichneten Schnitte den Normalschnitt für die drei Dachungen und zugleich den senkrechten Schnitt des die Chorhaube bildenden Kegels, dessen unterer Durchmesser ab, die Höhe cf und $ac = bc$ die Länge der Leitlinien darstellt. Legen wir auf halbe Höhe eine

Horizontalebene durch, so werden die Durchschnittspunkte dieser Ebene die Halbirungspunkte der Seiten sein und die Durchschnittslinie an der Kegeloberfläche der Chorhaube ebenfalls ein Halbkreis von dem halben Durchmesser des untern. Die Durchschnittslinien der Horizontalebene mit den an die Chorhaube anschließenden Dachflächen sind parallel mit den Firstlinien und haben beim Anschluß an die Chorhaube mit der Kreis-

Fig. 196.

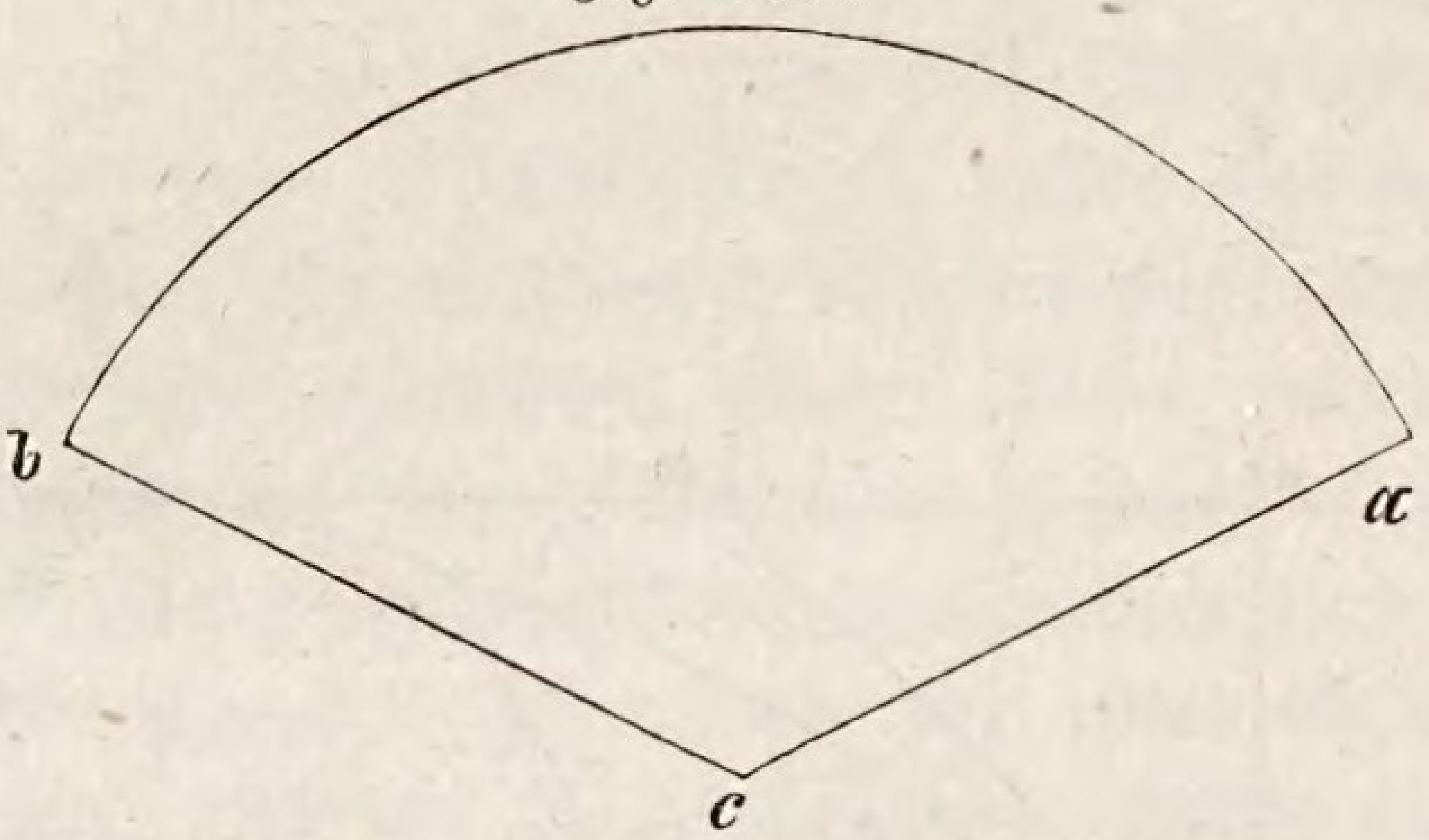


durchschnittslinie gemeinsame Durchschnittspunkte, so daß also beim Anschluß der Chorhaube kein Bruch in der Dachfläche entsteht. Bei der Entwickelung der Chordachfläche ist der Halbkreis im Grundriß in eine Anzahl gleicher Theile zu theilen und dieselben Theile nach Fig. 197 an einen Kreis zu tragen, dessen Durchmesser gleich ist der Länge der

Dachseiten *ae* und *bc*. Werden die Endpunkte *a* und *b* durch gerade Linien mit dem Mittelpunkte *c* verbunden, so stellt dieser Kreisausschnitt die Kegeloberfläche der Dachhaube dar.

Die Grathlinie für den im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen 2, welcher nach der Oberfläche eines Kegels gebildet sein soll, entsteht aus dem Schnitte der geneigten Dachflächen mit der Kegeloberfläche. Denken wir uns nach Fig. 196 Nr. 2. den Dachkörper nach der Linie *ed* der Länge nach durchschnitten, so wird der Punkt *g*, wo die abwärts verlängerte Durchschnittslinie des Walmens die durch den Mittelpunkt des Kreises errichtete Senkrechte schneidet, die Spitze des Kegels darstellen, von welchem der Walmen einen Theil der Oberfläche bildet.

Fig. 197.



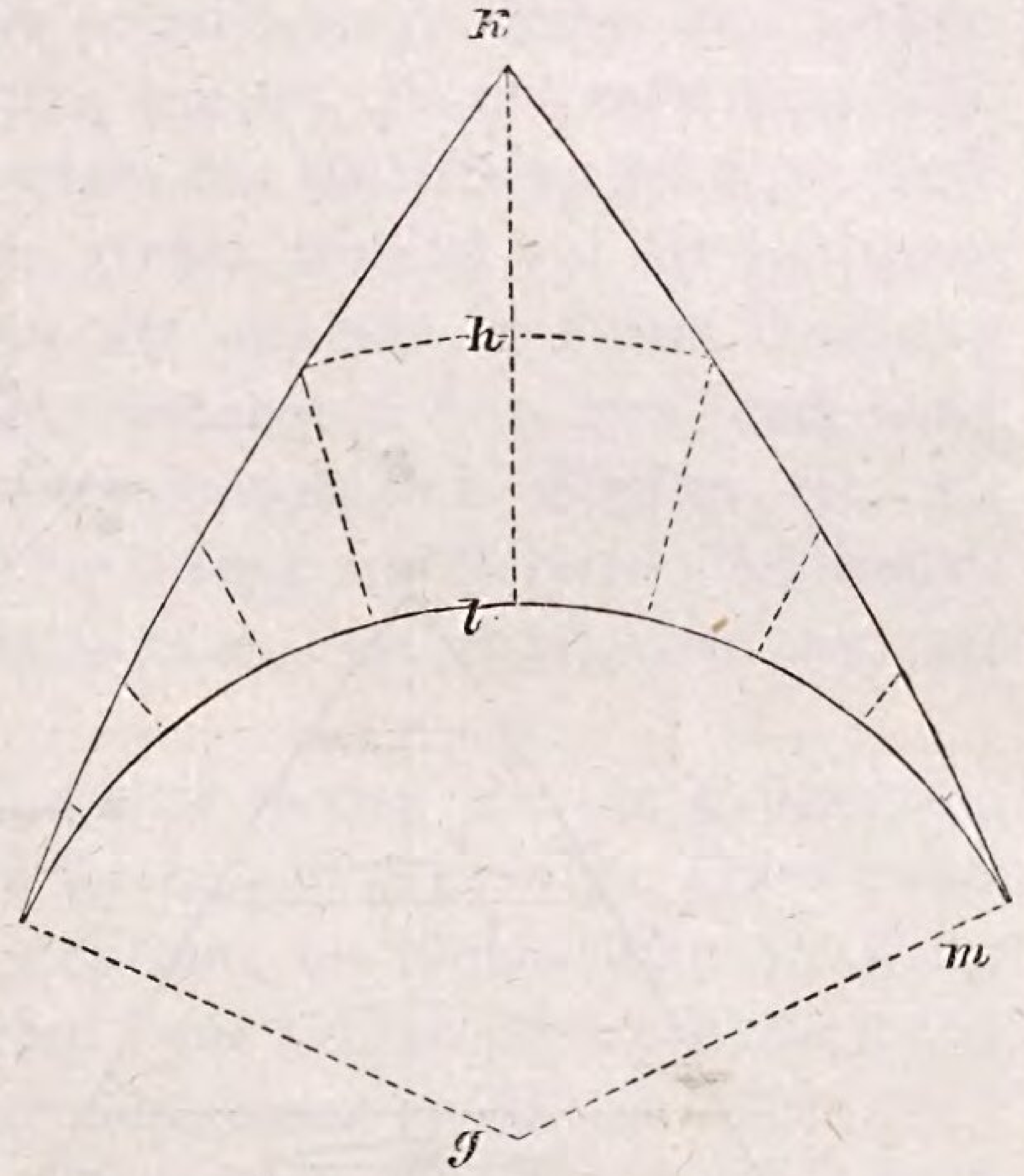
Legen wir nun, wie bei der Chorhaube, auf halbe Höhe eine Horizontalebene durch, so wird die Durchschnittslinie dieser Ebene an dem Kegel eine Kreislinie von dem Halbdurchmesser *c′h* sein. Beschreiben wir nun in dem Grundrisse Nr. 2 aus dem Mittelpunkte *c* eine Kreislinie mit dem Halbmesser *c′h*, so werden die Durchschnittspunkte dieses Kreises mit den Durchschnittslinien der Horizontalebenen an den Langseiten des anschließenden Daches und den Durchschnittslinien dieser Dachflächen mit der Kegeloberfläche des Walmens liegen, mithin Grathpunkte sein. Sollen mehrere Punkte zur Verzeichnung der gekrümmten Grathlinien bestimmt werden, so sind mehrere Horizontalebenen durch den Dachkörper zu legen und für dieselben die entsprechenden Durchschnittslinien an dem Kegelwalmen und den anschließenden Langseiten, wie angegeben, zu zeichnen.

Bei der Aufwickelung der Walmfläche ist wieder die Kreislinie im Grundriß Nr. 2 in eine Anzahl gleicher Theile zu theilen und dieselbe Theilung nach Fig. 198 an einen Kreis zu tragen, welcher mit dem Halbmesser *gl* zu beschreiben ist; sodann ein zweiter Kreis, aus demselben Mittelpunkt *g*, mit dem Halbmesser *gh* zu ziehen und an diesen die in dem Grundrisse an dem über *h* geführten Kreisbogen vorgenommene Theilung anzutragen. Die über die äußersten Theilungspunkte und den Firstpunkt *k* geführten krummen Linien *mk* und *ik* stellen nun die Grathlinien in ihrer wirklichen Länge und Krümmmung dar.

Bei dem ebenfalls im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen

Fig. 196 Nr. 3 ist angenommen, daß die Walmfläche der Oberfläche eines geneigten Cylinders entspreche. Die Neigung des Cylinders wird durch die im Längendurchschnitte Nr. 4 Fig. 196 mit *p r* bezeichnete Durchschnittslinie, die Dachrösche, bestimmt. Mit dieser Durchschnittslinie, welche eine Leitlinie des schiefen Cylinders ist, ist die Achse des Cylinders parallel, und es wird die Durchschnittslinie der auf halber Dachhöhe durchgeführten Horizontalebene ein Kreisbogen sein, dessen Mittelpunkt in dem Durchschnitte *d'* der Horizontalebene mit der Achse des Cylinders liegt, und welcher gleichen Halbmesser mit dem untern Kreise der Grundfläche hat. Die Durchschnittspunkte dieses aus *d'* beschriebenen Kreisbogens mit den Durchschnittslinien der Horizontalebene an den geneigten Dachflächen der Langseiten sind Grathpunkte.

Fig. 198.

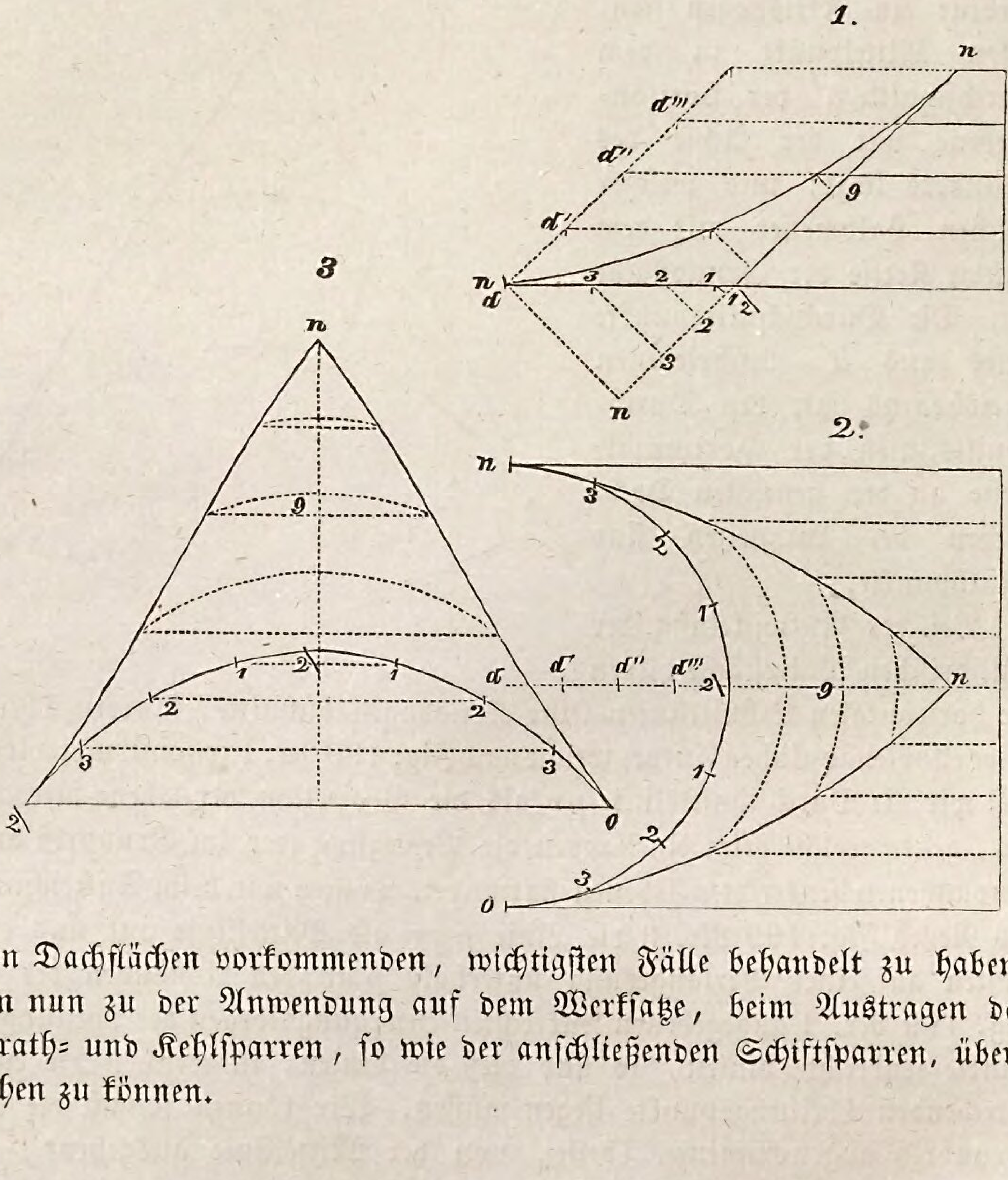


Bei der Aufwickelung der cylindrischen Walmfläche bilden die horizontalen Schnittlinien keine Kreisbogenabschnitte, sondern Theile einer ellypsenähnlichen Curve, welche nach Fig. 199 Nr. 1 so construirt wird, daß wir die Durchschnittslinie *p r* als die Projection der Ebene betrachten, gegen welche beim Umklappen die Bewegung der im Grundriß angenommenen senkrechten Ebenen stattfindet. Tragen wir beim Aufzeichnen des Netzes Fig. 199 Nr. 3 die Linie *p q r* als Mittellinie auf und errichten auf einer Verlängerung unterhalb *p* in den Abständen der in Fig. 199 Nr. 1 angegebenen senkrechten Bewegungsebenen der Theilungspunkte senkrechte Linien, so sind dieß die Linien, in welchen die entsprechenden Theilungspunkte liegen müssen. Wir können sonach die im Grundriß angenommenen Theile, von der Mittellinie ausgehend, in den Zirkel nehmen und, von Linie zu Linie überspringend, schneiden. Da alle Schnittlinien horizontaler Ebenen an dieser Walmfläche Kreise von gleichem Halbmesser bilden, sonach gleich sind, so kann die einmal construirte Curve für den untern Halbkreis zu allen ebenen Schnittlinien benutzt werden, wenn darauf, von der Mittellinie aus, die im

Grundriß für jede Schnittlinie einer durchgelegten Horizontalebene angenommene Theilung angetragen, und der durch das Auftragen der Theile gefundene Abschnitt von der für den Halbkreis construirten Curve, für die entsprechende Schnittlinie der Netzfläche genommen wird.

In den angeführten Beispielen glauben wir die, bei der Zerlegung

Fig. 199.



von Dachflächen vorkommenden, wichtigsten Fälle behandelt zu haben, um nun zu der Anwendung auf dem Werksatze, beim Austragen der Grath= und Kehlsparren, so wie der anschließenden Schiftsparren, über= gehen zu können.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Schiften.

In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir die Zerlegung der Dachflächen, nach den verschiedenen Anforderungen in Bezug auf zweckentsprechende Wasserableitung oder vorausbedingte Form der Dächer, zum Gegenstande unserer Betrachtung gemacht. Da wir dabei hauptsächlich die Walmdächer und die Dachungen mit Widerkehr, bei deren Ausführung die Gräthe und Kehlen so großen Einfluß auf die Zerlegung haben, berücksichtigten, so werden wir uns nun in diesem Abschnitte damit beschäftigen, die verschiedenen Methoden zu betrachten, nach denen von dem Zimmermann bei dem Heraustragen und Schiften der, die äußere Form der Walmdächer und der Dächer mit Widerkehr bestimmenden Sparrenhölzer, als der Grathsparren, der Kehlsparren und der Schiftsparren, verfahren wird.

Unter dem Heraustragen eines Holzes werden wir die Bestimmung der Größe desselben so wie seiner Form und Stärke im Querschnitt, und unter dem Schiften oder der Schiftung die Bestimmung der Form und Lage der Schnittflächen verstehen, mit welchen sich die Hölzer unter einem bestimmten Winkel an andere vollkommen anschließen sollen.

Die Lage und Richtung der Grath- und Kehlsparren wird durch die Zerlegung des Daches auf dem Werksatze bestimmt, und es werden die auf dem Werksatze ausgemittelten Grath- und Kehllinien als Mittellinien der Grath- und Kehlsparren angenommen und nach diesen die Oberflächen derselben so bearbeitet, daß je die Hälfte einer der anschließenden Dachflächen zugehört. Die Schiftsparren oder Schifter unterscheiden sich von den übrigen Dachsparren dadurch, daß sie nicht vom Fuße des Daches, der Gesimskante, bis zur Firstlinie durchgehen, sondern als Sparrenstücke sich an die Grath- oder Kehlsparren, oder an beide zugleich, in schrägem Schnitte stumpf anlegen. Es werden die Schifter als *einfache* und *doppelte* unterschieden, und zwar versteht man unter einfachen Schiftern solche, welche sich nur an einem Ende mit einer Schiftfläche, und unter *doppelten Schiftern* diejenigen, welche sich an beiden Enden mit Schiftflächen anschließen. Bei Walmen kommen nur *einfache Schifter* vor, die von den Balken aus an die Grathsparren schiften, und es werden dieselben nur in der

Länge verschieden sein können, im Schnitte aber sich gleichbleiben, insofern sie an einen und denselben Grathsparren schiften. Man unterscheidet deßhalb auch die Walmschifter als linke und rechte, je nach der Seite, auf welcher sich die Schiftfläche befindet. Bei Widerkehren ergeben sich sowol einfache Schifter, die sich, vom Firste abwärts gehend, an den Kehlsparren schiften, als auch doppelte Schifter, die weder von dem Firste noch von den Balken ausgehen, sondern nach oben an den Grath- und nach unten an den Kehlsparren schiften.

Unter Mittelschifter wird bei Walmen der längste Sparrenschifter verstanden, welcher in der Mitte der Walmfläche liegt und entweder von dem Anfallspunkte des Walmens, oder von dem Winkel ausgeht, welchen die Grathsparren zunächst des Anfallspunktes gegen die Walmseite einschließen. Der Zimmermann wendet die Benennung Schmiege auf alle Schnitte an, welche nicht rechtwinkelig gegen die Begrenzungslinien der Hölzer gerichtet sind, wobei er unter Schmiege eben sowol die Richtung der Schnittlinie, als auch den Winkel versteht, welchen die Schnittlinie gegen eine Seite des Holzes einschließt. Diesen Winkel trägt er in der Regel von einem Musterrisse, oder der Zulage auf dem Werkplatze, durch ein verstellbares Winkelmaß auf das zu bearbeitende Holz über. Diese allgemein übliche Bezeichnung auf die Begrenzungslinien der Schiftflächen angewendet, wird die senkrecht gegen die Grundfläche gerichtete Schnittlinie die Lothschmiege, und die auf der Oberfläche der Schifter den seitlichen Anschluß bestimmende und von der Richtung gegen den Grath- oder Kehlsparren abhängende Schnittlinie, die Wangen- oder Backenschmiege genannt. Als Fußschmiege wird die Schnittlinie der Sparren bei ihrem Ansatze auf den Balken bezeichnet.

Da nun die Richtung der genannten Begrenzungslinien der Schiftflächen abhängig ist von dem Neigungswinkel der zu schiftenden Sparren, so muß, nachdem die Zerlegung der Dachflächen, so wie die Austheilung der Sparren und Schifter auf dem Werksatze erfolgt ist, der Winkel, unter welchem das Dach geneigt werden soll, genau bestimmt werden. Kommen bei einem Dache von ungleicher Breite unter verschiedenen Winkeln geneigte Dachflächen vor, so ist es in Bezug auf das Schiften unerläßlich, für jeden Walmen den Neigungswinkel der Dachfläche an dem zugehörigen Anfallspunkte zu bestimmen.

Wir haben in dem vorhergehenden Abschnitte als obersten Grundsatz aufgestellt, daß der Neigungswinkel der Dachflächen, von dem Anfallspunkte der Walmen aus, nach allen Seiten ein gleicher sein müsse. Verfahren wir darnach und legen zur Bestimmung des Neigungswinkels ein

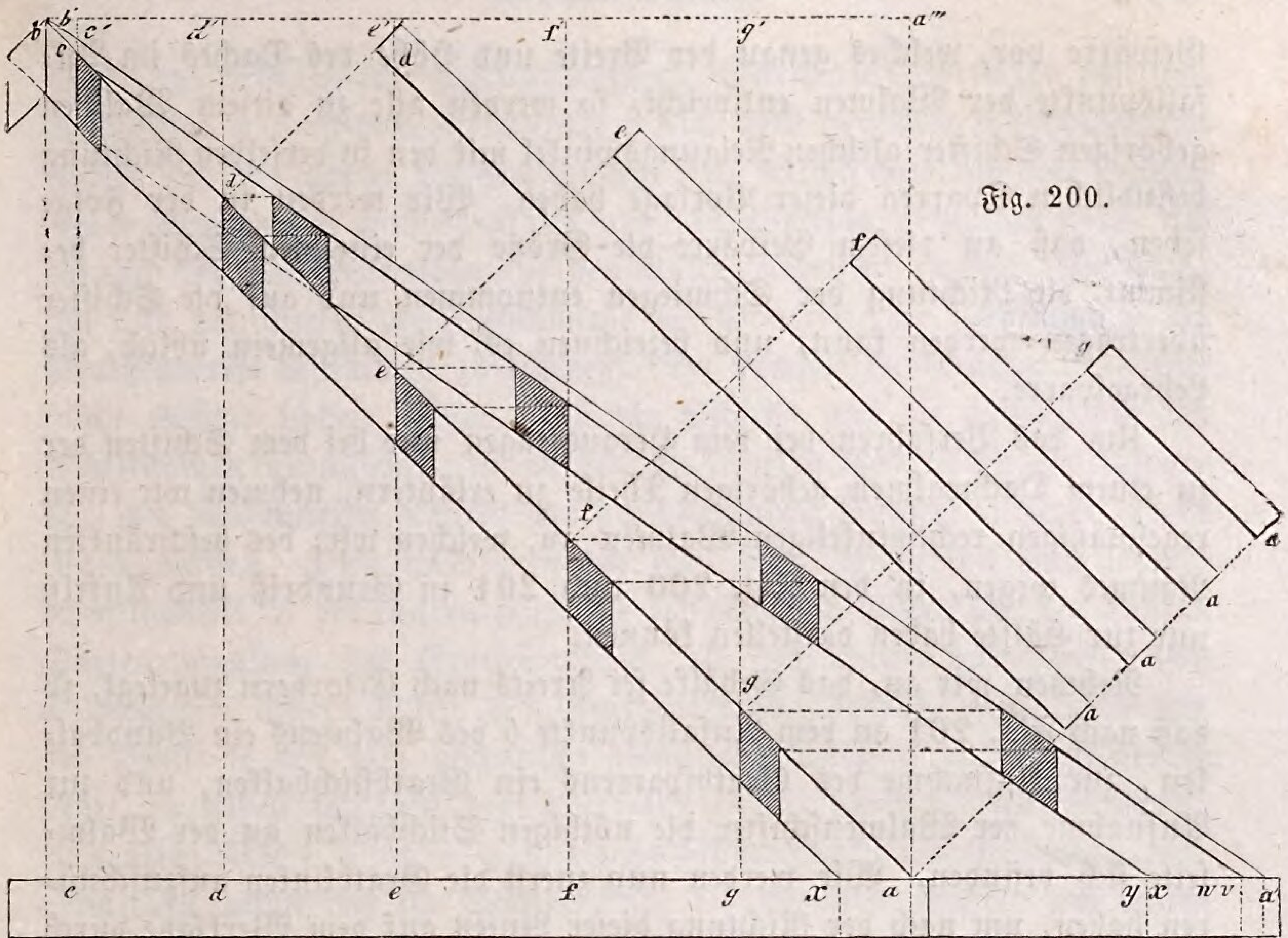


Fig. 200.

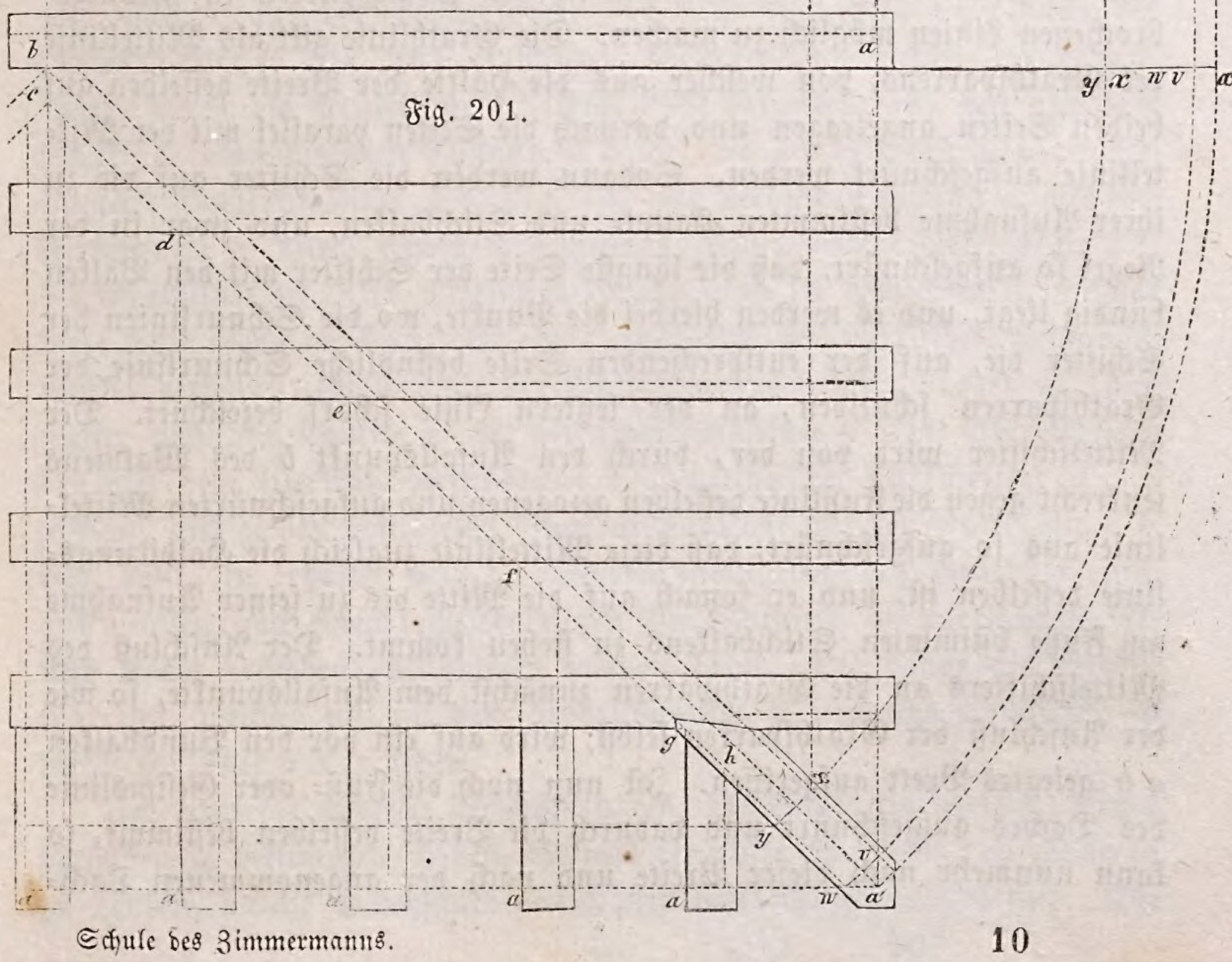


Fig. 201.

Gespärre vor, welches genau der Breite und Höhe des Daches im Anfallspunkte der Walmen entspricht, so werden alle zu diesem Walmen gehörigen Schifter gleichen Neigungswinkel mit den in derselben Richtung befindlichen Sparren dieser Vorlage haben. Wir werden in der Folge sehen, daß an diesem Gespärre die Größe der einzelnen Schifter bestimmt, die Richtung der Schmiegen entnommen und auf die Schifter übertragen werden kann, und bezeichnen es, wie allgemein üblich, als Lehrgespärre.

Um das Verfahren bei dem Heraustragen und bei dem Schiften der zu einem Dachwalmen gehörigen Theile zu erläutern, nehmen wir einen regelmäßigen rechtwinkeligen Walmen an, welchen wir, des beschränkten Raumes wegen, in den Fig. 200 und 201 in Grundriß und Aufriß nur zur Hälfte haben darstellen können.

Nehmen wir an, das Gebälke sei bereits nach Erfordern zugelegt, so daß nach Fig. 201 an dem Anfallspunkte *b* des Walmens ein Bundbalken, zur Aufnahme des Grathsparrens ein Grathstichbalken, und zur Aufnahme der Walmenschifter die nöthigen Stichbalken an der Walmseite sich befinden. Wir werden nun zuerst die Grathlinien aufzuschnüren haben, um nach der Richtung dieser Linien auf dem Werksatze durch eine Bretterunterlage das Aufschnüren der Grathsparren in ununterbrochenen Linien möglich zu machen. Die Grathlinie gilt als Mittellinie des Grathsparrens, von welcher aus die Hälfte der Breite desselben auf beiden Seiten angetragen und darnach die Seiten parallel mit der Mittellinie aufgeschnürt werden. Sodann werden die Schifter auf die zu ihrer Aufnahme bestimmten Haupt- und Stichbalken, und zwar in der Regel so aufgeschnürt, daß die längste Seite der Schifter mit den Balken bündig liegt, und es werden hierbei die Punkte, wo die Schnurlinien der Schifter die, auf der entsprechenden Seite befindliche Schnurlinie der Grathsparren schneiden, an der letztern Linie scharf bezeichnet. Der Mittelschifter wird von der, durch den Anfallspunkt *b* des Walmens senkrecht gegen die Fußlinie desselben gezogenen und aufgeschnürten Mittellinie aus so aufgeschnürt, daß diese Mittellinie zugleich die Halbirungslinie desselben ist, und er sonach auf die Mitte des zu seiner Aufnahme am Fuße bstimmten Stichbalkens zu stehen kommt. Der Anschluß des Mittelschifters an die Grathsparren zunächst dem Anfallspunkte, so wie der Anschluß der Grathsparren selbst, wird auf ein vor den Bundbalken *a b* gelegtes Brett aufgerissen. Ist nun noch die Fuß- oder Gesimslinie des Daches aufgeschnürt und dadurch die Breite desselben bestimmt, so kann nunmehr nach dieser Breite und nach der angenommenen Dach-

rösche das Lehrgespärre zugelegt werden. Durch die Stärke des von dem Fußpunkte a nach dem Firstpunkte b Fig. 200 vorgelegten Lehrsparrens ergiebt sich die Breite der Fußschmiege $a\,x$, welche nun aus dem Lehrgespärre entnommen und ebenfalls auf den Werksatz geschnürt wird, um darnach die Sparrenansätze aus den Balken arbeiten, zugleich aber auch, um aus der Breite der Fußschmiege der Sparren, die Fußschmiege der Grathsparren bestimmen zu können. Da nämlich die Grathsparren eine solche Stärke haben müssen, daß die Schifter auf die ganze Höhe der Schiftflächen anschließen, so werden die inneren Kanten der Grathsparren mit den inneren Kanten der anschließenden Schifter in einer Ebene liegen müssen. Dieß wird nun der Fall sein, wenn wir den Durchschnittspunkt x der innern Fußlinie der Sparrenschifter mit der äußern Begrenzungslinie des Grathsparrens, als den Punkt annehmen, von welchem die innere Kante des Grathsparrens ausgeht. Verbinden wir den Punkt x mit dem gegenüber gelegenen Punkte y durch eine gerade Linie, so haben wir auf dem Werksatze in der durch die Aufschnürung begrenzten Fläche $a'\ v\ w\ x\ y$ die Fußschmiegfläche des Grathsparrens, vermittelst deren wir im Stande sind, die wirkliche Stärke und Form desselben durch ein einfaches Constructionsverfahren zu finden. Tragen wir nämlich auf dem Lehrgespärre von dem Fußpunkte einer durch den Anfallspunkt b Fig. 201 errichteten Senkrechten, welche im Lehrgespärre durch die Mittellinie bb' Fig. 200 dargestellt ist, den aus dem Werksatze entnommenen Abstand $a'\,b$ auf die an dem Lehrgespärre verlängerte Horizontallinie $a\ b$ in a' an, und verbinden sodann a' mit dem Firstpunkte b' durch eine gerade Linie, so haben wir in dieser Linie $a'\,b'$ die Grathlinie in ihrer wirklichen Größe, und in dem Winkel, welchen diese Linie gegen die Horizontalebene einschließt, den wirklichen Neigungswinkel derselben, somit auch des Grathsparrens selbst. Tragen wir nun weiter von dem Punkte a' auf der Horizontallinie $a'\,b$ die Abmessungen der auf dem Werksatze gefundenen Begrenzung der Fußschmiege $a'\,v\,w\ x\,y$ an, und ziehen von diesen Punkten Parallele mit der Grathlinie $a'\ b'$ Fig. 200, so erhalten wir die Begrenzungslinien des Grathsparrens, aus welchen, nach einem rechtwinkeligen Durchschnitte, die wirkliche Stärke und Form desselben entnommen werden kann. Die Länge des Grathsparrens, welcher sich an dem Anfallspunkte b' senkrecht anschiftet, ist durch die Linie $a'\,b'$ gegeben.

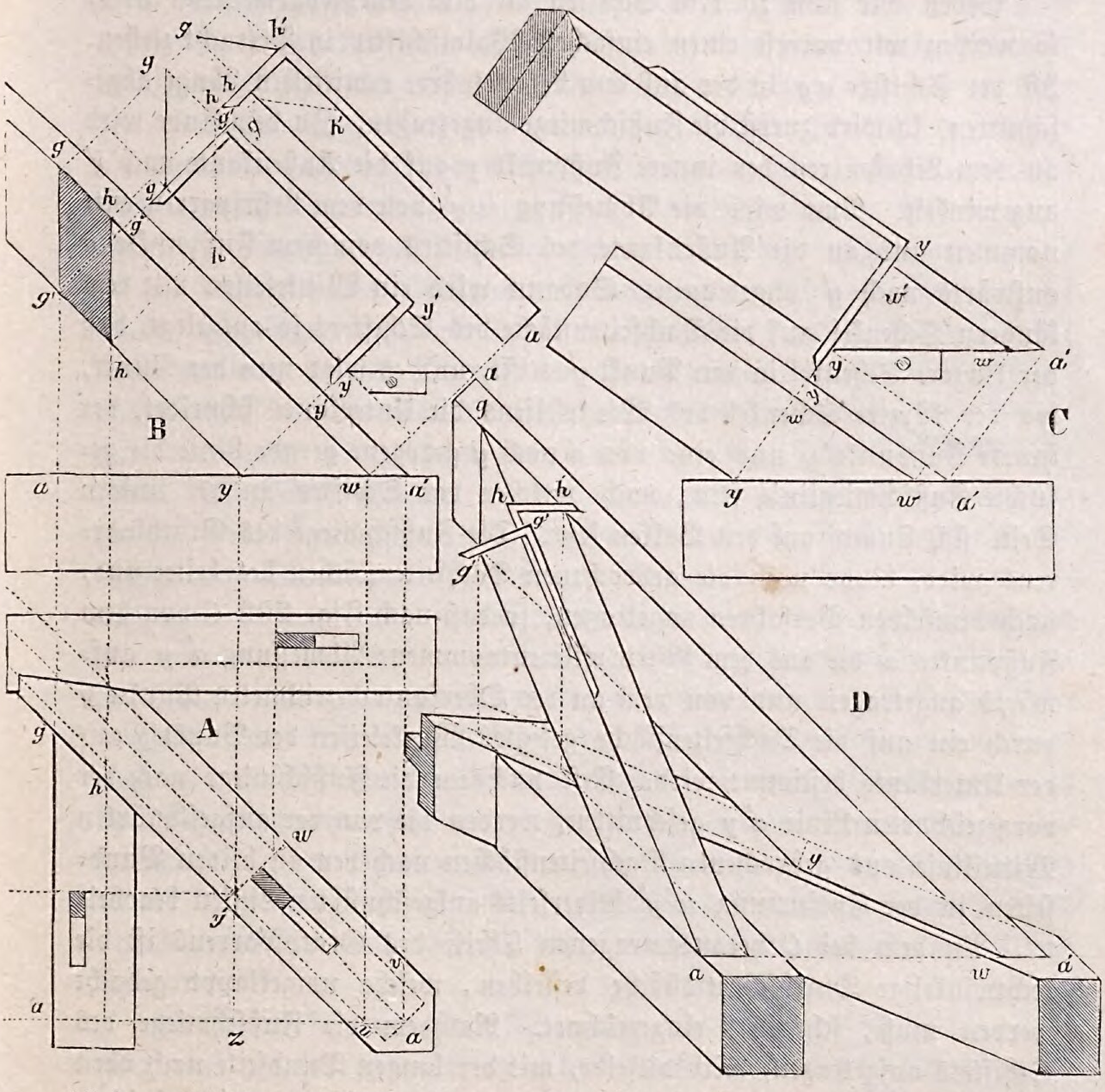
Um nun die Schifter herauszutragen, das heißt, die wirkliche Länge derselben zu bestimmen, haben wir uns dieselben als Theile von Sparren zu denken, welche in verschiedenen Höhen senkrecht geschnitten sind. Die

Mittellinie des Lehrgespärres bb' Fig. 200 giebt uns die Richtung der senkrechten Schnitte an, und es wird die Lothschmiege aller Schifter mit dieser Mittellinie parallel sein. Ziehen wir auf dem Lehrgespärre über den Firstpunkt b' eine mit der Grundlinie ab parallele Linie und tragen auf derselben von b' nach a''' die halbe Dachbreite ab an, so wird eine von dem Fußpunkte a nach a''' gezogene gerade Linie parallel mit bb'; sonach ebenfalls senkrecht sein. Tragen wir nun die vermittelst der Schiftlatte von dem Werksatze entnommene scheinbare Länge des Schifters ag an der Fußlinie des Lehrgespärres von a nach g, und an der durch den Firstpunkt gezogenen Parallelen von a''' nach g' an und verbinden die Punkte g und g' durch eine Schnur, so wird die nach dieser Schnur auf dem Lehrsparren gezogene gerade Linie die Lothschmiege des Schifters ag sein und zugleich die Länge desselben angeben. Wie bei dem Heraustragen des Schifters ag wird auch bei dem Heraustragen der Schifter af, ae, ad und des Mittelschifters ac verfahren, indem mit der Schiftlatte ihre scheinbaren Längen von dem Werksatze entnommen, an die Parallelen ab und $a''' b'$ angetragen und die einer gleichen Abmessung entsprechenden Punkte unter sich durch eine Schnur verbunden, und nach diesen Schnurschlägen die, einem jeden Schifter entsprechenden, Lothschmiegen auf dem Lehrsparren vorgerissen werden. In Fig. 200 sind die Walmschifter ag, af, ae, ad in ihrer wirklichen Größe herausgetragen und zugleich deren Schiftflächen schraffirt angegeben, welche dadurch erhalten werden, daß von den äußersten Lothschmiegen die Breite der Schifter nach innen angetragen und auf diese Entfernung eine Linie parallel mit der Lothschmiege gezogen wird. Zugleich sind an dem Grathsparren die Schiftflächen in ihrer wahren Größe angegeben. Die punktirten, geraden Linien auf dem Werksatze Fig. 201 bezeichnen die zum Heraustragen nöthigen Aufschnürungen, und durch die aus dem Anfallspunkte b als Mittelpunkt beschriebenen und ebenfalls punktirt angegebenen Kreise soll darauf hingewiesen werden, daß das beim Heraustragen der Grathsparren eingehaltene Verfahren mit den beim Zeichnen befolgt werdenden Regeln der darstellenden Geometrie übereinstimmt. Nachdem wir uns in dem Vorhergehenden mit dem Heraustragen der Grathsparren und Schifter beschäftigt haben, werden wir nun zu dem Schiften selbst übergehen.

Das in dem Vorhergehenden angegebene Verfahren, die wirkliche Länge der Schifter am Lehrgespärre zu bestimmen, setzt ein genaues Aufschnüren der Grathsparren und Schifter auf dem Werksatze voraus, und ist dadurch etwas umständlich. Kann bei unregelmäßigen Walmen dieses

Aufschnüren nicht umgangen werden, so kann doch bei regelmäßigen Walmen ein einfacheres Verfahren eingehalten werden, bei welchem das Aufschnüren auf dem Werksatze entbehrlich ist. Nehmen wir in Fig. 202 *B* als die Ansicht des untern Theiles von dem Grathsparren eines regelmäßigen Walmens mit dem ersten Schifter *ag* und *A* als den dazu ge-

Fig. 202.



hörigen Theil des Werksatzes an. Daraus, daß die Grathlinie den rechten Winkel des Walmens halbirt, ergiebt sich die Aehnlichkeit der Seiten der rechtwinkeligen Dreiecke *wzy* und *wag* im Grundrisse. Nehmen wir nun im Aufrisse *B* den Punkt *w* als den Fußpunkt des Lehrgespärres an und legen von diesem aus nach dem angenommenen Neigungswinkel des Daches das Lehrgespärre vor, so können wir auf diesem die

wirkliche Länge der Schifter sowol, als auch die Schmiegflächen der Schifter in der Weise bestimmen, daß wir von dem Fußpunkte w die Entfernungen der Balken, mit Angabe der Bundseite für die entsprechenden Schifter, statt der scheinbaren Längen der Schifter, welche erst durch Aufschnüren derselben hätte gefunden werden müssen, antragen, sonst aber ganz so verfahren, wie in den Fig. 200 und 201 nachgewiesen worden.

Gehen wir nun zu dem Schiften an dem Lehrgespärre selbst über, so werden wir vorerst einen einfachen Walmschifter in Betracht ziehen. Ist der Schifter $a\,g$ in der auf dem Lehrgespärre ermittelten Länge abgeschnitten, so wird zuerst die Fußschmiege angetragen. Zu dem Ende wird an dem Lehrsparren der innere Fußpunkt y auf die Außenkante nach y' angewinkelt. Nun wird die Abmessung $w\,y'$ von dem Lehrsparren entnommen und an die Außenkante des Schifters von dem Fußpunkte a aufwärts nach y' angetragen. Sodann wird ein Winkeleisen mit dem längern Schenkel auf die Dachseitenfläche des Schifters so aufgelegt, daß der kürzere Schenkel in den Punkt y' trifft, und es wird nun der Punkt, wo der kürzere Schenkel des Winkeleisens die Unterkante schneidet, der innere Fußpunkt y und eine von a nach y gezogene gerade Linie die gesuchte Fußschmieglinie sein, nach welcher der Schifter an der untern Seite sich stumpf auf den Balken setzt. Die Fußschmiege des Grathsparrens wird, bevor noch die gebrochenen Dachseitenflächen bearbeitet sind, nach demselben Verfahren angetragen, so daß nach Fig. 202 C von dem Fußpunkte a' die aus dem Lehrprofile entnommene Abmessung $a'\,y'$ aufwärts angetragen und von dem an der Oberkante bezeichneten Punkte y durch ein auf die Dachseitenfläche gelegtes Winkeleisen der Punkt y auf der Unterkante bestimmt wird. Erst nachdem die Fußschmiege nach der vorgezeichneten Linie $a'\,y$ geschnitten, werden die von der aufgeschnürten Mittellinie aus gebrochenen Dachseitenflächen nach den an beiden Bundseiten in der Entfernung $w'y'$ beiderseits aufgeschnürten Linien bearbeitet. An dem bei C herausgetragenen Theile des Grathsparrens ist die rechtwinkelige Durchschnittsfläche desselben, welche umgeklappt gedacht werden muß, schraffirt eingezeichnet. Nachdem die Fußschmiege des Schifters aufgetragen, wird dieselbe, mit der langen Bundseite nach oben gewendet, aufgelegt, um auf dieser Seite die Lothschmiege $g\,g'$ zu bestimmen. Es wird zu dem Ende auf dem Lehrgespärre der untere Schnittpunkt g' der aufgeschnürten Lothschmiege $g\,g'$ auf die Weise auf die Oberkante angetragen, daß ein Winkeleisen mit dem langen Schenkel auf die Dachseitenfläche gelegt und so lange abwärts gerückt wird, bis der kurze Schenkel den an der Unterkante gelegenen Punkt g' schneidet, und nun

wird an der Oberkante der Punkt g' vorgezeichnet. Die Abmessung gg' wird nun von dem Lehrsparren entnommen, und an der Oberkante des Schifters von dem Ende g abwärts nach g' angetragen. Wird nun wieder ein Winkeleisen mit dem langen Schenkel auf die Dachseitenfläche des Schifters so aufgelegt, daß der kurze Schenkel in den Punkt g' trifft, und an der Unterkante sodann der Punkt bezeichnet, wo der kurze Schenkel in g' schneidet, so wird eine von diesem Schnittpunkte nach g' gezogene gerade Linie parallel sein mit der auf dem Lehrsparren aufgeschnürten Lothschmiege gg'. Ist diese Linie als die Lothschmiege auf der langen Bundseite aufgerissen, so wird nun der Schifter so umgelegt, daß er mit seiner Dachseitenfläche nach oben kommt. Von dem Lehrsparren wird nun die Abmessung gh, welche die Entfernung der beiden aufgeschnürten Lothschmiegen angiebt, von der Oberkante abgenommen, und an der Langseite des Schifters von dem Endpunkte g abwärts an die Kante angetragen und der Punkt h bezeichnet. Nun wird ein Winkeleisen mit dem langen Schenkel auf der Bundseite so angelegt, daß der kurze Schenkel in den Punkt h trifft, und an der Kante der kurzen Bundseite der Punkt h' bezeichnet, in welchem der kurze Schenkel des Winkeleisens diese Kante schneidet. Eine von dem Punkte h' nach g gezogene gerade Linie ist die gesuchte Backenschmiege auf der Dachseitenfläche des Schifters. Wird nun auf der kurzen Bundseite des Schifters von h' die Lothschmiege nach dem bereits angeführten Verfahren angetragen, und auf der untern Fläche die Verbindungslinie $h'g'$ gezogen, so werden die auf dem Schifter vorgezeichneten Linien genau den auf dem Lehrgespärre aufgeschnürten Begrenzungslinien der Schiftfläche entsprechen, und der nach den vorgezeichneten Linien geschnittene Schifter wird sich genau an den Grathsparren anschließen, wenn er unter dem angenommenen Neigungswinkel des Daches und mit den Bundseiten in einer senkrechten Ebene aufgeschlagen wird. Das beschriebene Verfahren beim Schiften am Lehrgespärre wird durch die perspectivische Zeichnung D an Deutlichkeit gewinnen.

Es bedarf keiner weitern Auseinandersetzung, daß die Anlage eines Lehrgespärres zum Heraustragen der Schifter und zur Bestimmung der Lothschmiege für die Schiftflächen unbedingt erforderlich ist; keineswegs aber ist es zur Bestimmung der Backenschmiege für die Schiftflächen unentbehrlich, vielmehr kann die letztere auch von dem Werksatze entnommen werden.

Das Verfahren, die Backenschmiege aus dem Werksatze an die Schifter anzutragen, werden wir an Fig. 203 nachzuweisen suchen.

Ist die Lothschmiege von dem Lehrgespärre entnommen und an der langen Bundseite des Schifters angetragen, so wird nun auf dem Werksatze der Grathsparren bis über den ersten Schifter hinaus, und der erste Schifter bis zu seinem Anschlusse an den Grathsparren genau aufgerissen, und insbesondere werden die Anschlußpunkte *g h* des Schifters

Fig. 203.

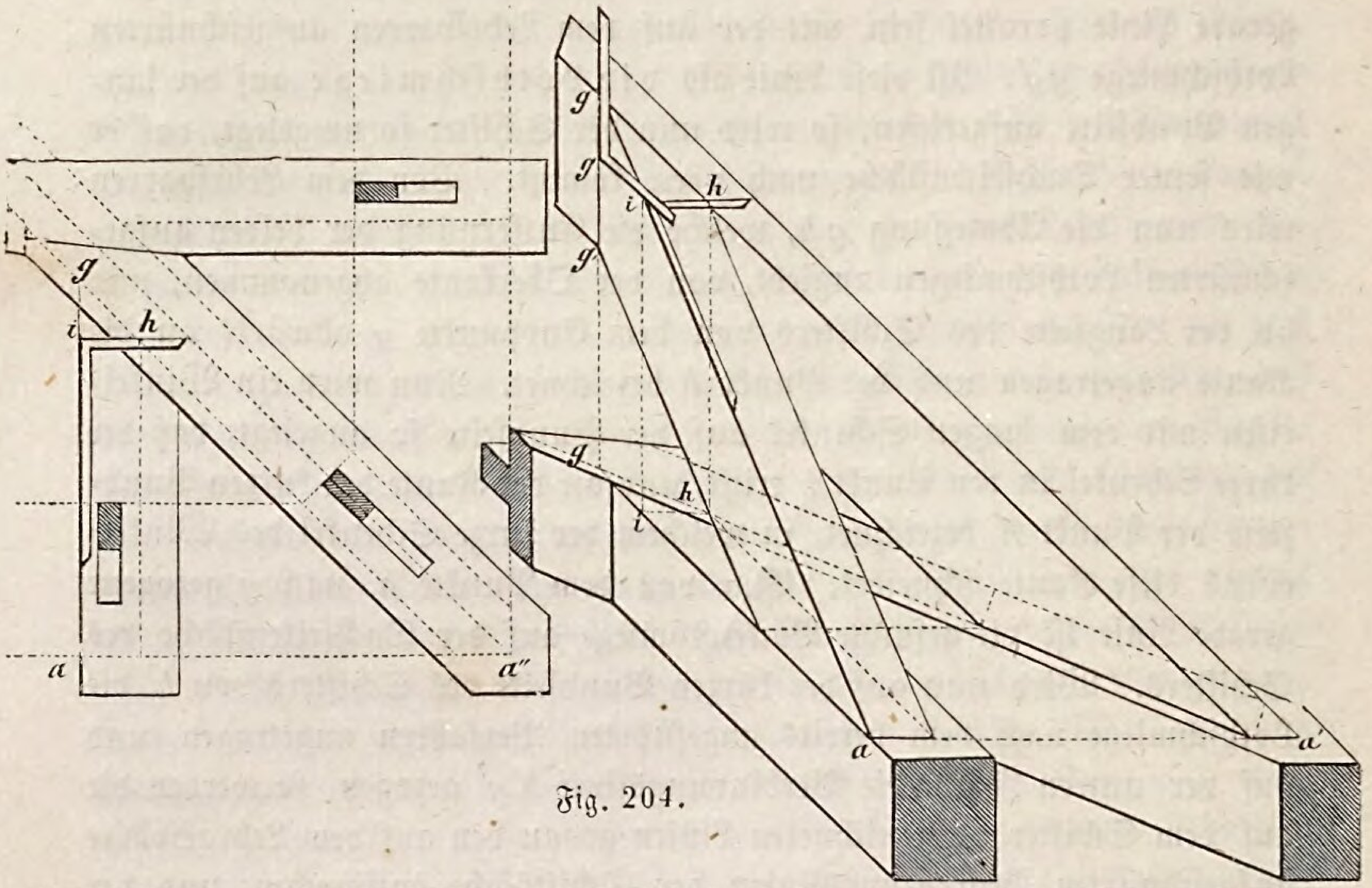
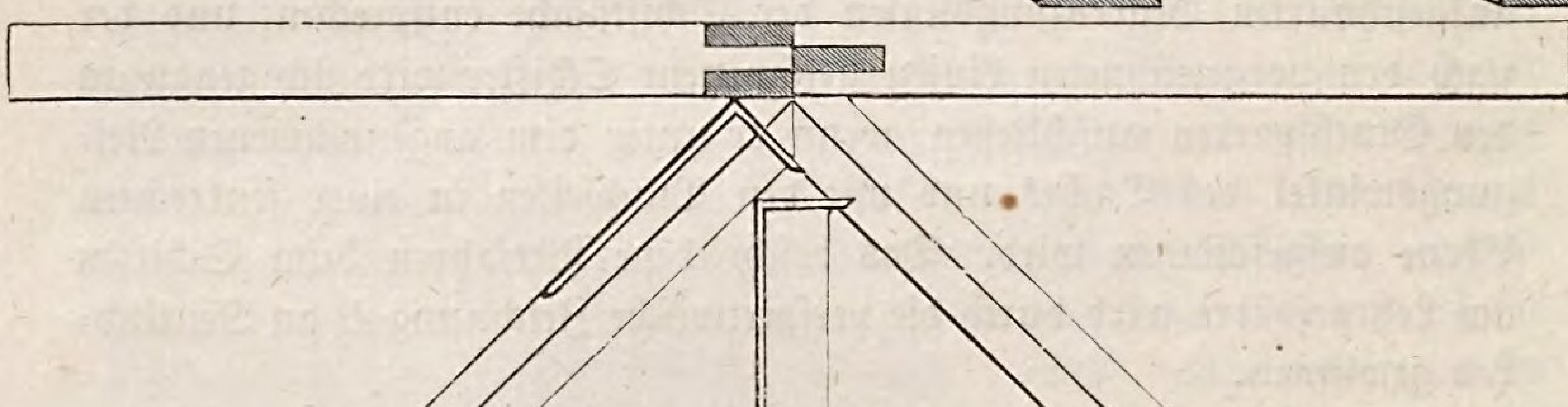


Fig. 204.



und des Grathsparrens genau und scharf bezeichnet. Sodann wird auf dem Werksatze ein Winkeleisen mit dem langen Schenkel an die Bundseite des Schifters angelegt und so lange mit dem kurzen Schenkel gegen den Grathsparren vorgeschoben, bis der kurze Schenkel den Anschlußpunkt *h* der kurzen Bundseite des Schifters mit dem Grathsparren schneidet, und so den Punkt *h* an dem Schenkel des Winkeleisens scharf be=

zeichnet. Nun wird das Winkeleisen mit dem langen Schenkel an die auf dem Schifter bereits vorgerissene Lothschmiege angelegt und so lange aufwärts geschoben, bis der an dem kurzen Schenkel bezeichnete Punkt *h* die Oberkante des Schifters schneidet und dieser Schnittpunkt an die Kante an dieser Stelle vorgezeichnet. Hierauf wird das Winkeleisen mit dem langen Schenkel an der Bundseite des Schifters so angelegt, daß der kurze Schenkel in den an der Kante vorgezeichneten Punkt *h* trifft, und nun an der gegenüber befindlichen Kante der kurzen Bundseite des Schifters der Durchschnittspunkt des Winkeleisens vorgezeichnet. Eine von diesem Punkte *h* nach dem Endpunkte *g* der Lothschmiege auf der Dachseitenfläche gezogene gerade Linie ist die gesuchte Backenschmiege, denn es ist bei dem rechtwinkeligen Walmen die horizontale Abmessung *g i* auf dem Werksatze gleich der Abmessung *h i*. Bei unregelmäßigen Walmen sind diese Abmessungen ungleich, und es muß deßhalb bei dem Abtragen der Backenschmiege wie folgt verfahren werden. Die Abmessung *g i* auf dem Werksatze wird an dem kurzen Schenkel eines an der Bundseite angelegten Winkeleisens bezeichnet, und dieses Winkeleisen mit dem langen Schenkel an die Lothschmiege angelegt und so lange nach oben vorgeschoben, bis der kurze Schenkel an dem vorgezeichneten Punkt *i* die Kante des Schifters schneidet, und nun der Punkt *i* an der Kante vorgeschrieben. Von diesem vorgeschriebenen Punkt *i* wird nun die ebenfalls von dem Werksatze entnommene Abmessung *h i* durch ein mit dem langen Schenkel an die Bundseite gelegtes Winkeleisen, an dessen kurzem Schenkel der Punkt *h* angegeben ist, auf die Dachseitenfläche übergetragen und der Punkt *h* bezeichnet. Eine von dem Punkte *h* nach *g* gezogene gerade Linie stellt dann die gesuchte Backenschmiege dar. Aus der perspectivischen Darstellung in Fig. 203 wird das Verfahren ersehen werden können. Dasselbe Verfahren wird angewendet bei dem Schiften der Grathsparren und des Mittelschifters, bei ihrer Vereinigung zunächst dem Anfallspunkte des Walmens, wie dieß in der Fig. 204 dargestellten Aufschnürung dieser durch Schiftflächen stumpf an einander gefügten Hölzer durch aufgelegte Winkeleisen, deren kurze Schenkel die aufzutragenden Punkte schneiden, angegeben ist. Unter dem Schiften auf dem Werksatze versteht man ein Verfahren, bei welchem man sich die ganze Walmfläche um die Fußlinie als Drehaxe bewegt und nach dem Werksatze umgeklappt denkt. Die in der Walmfläche vorkommenden Schifter werden dabei in senkrechter Richtung gegen die Fuß- oder Gesimslinie auf das Gebälke gelegt, und es wird ihre Länge sowol, als auch die Richtung der obern Backenschmiege durch einen Schnurschlag bestimmt, welcher nach der Be-

grenzungslinie der umgeklappten Dachfläche darüber geführt wird. Parallel mit der obern Backenschmieglinie wird auch die untere Backenschmieglinie in der Entfernung von der erstern aufgeschnürt, welche sich aus dem von dem Lehrgespärre abgenommenen Abstande der Lothschmiege ergiebt. Ist die untere Backenschmiege übergewickelt und aufgerissen, so gehen aus der entsprechenden Verbindung der Schnittpunkte an der obern und untern Kante die Lothschmiegen hervor. Dieses Schiften auf dem Werksatze wird jedoch selten angewendet und soll deßhalb auch nicht weiter besprochen werden.

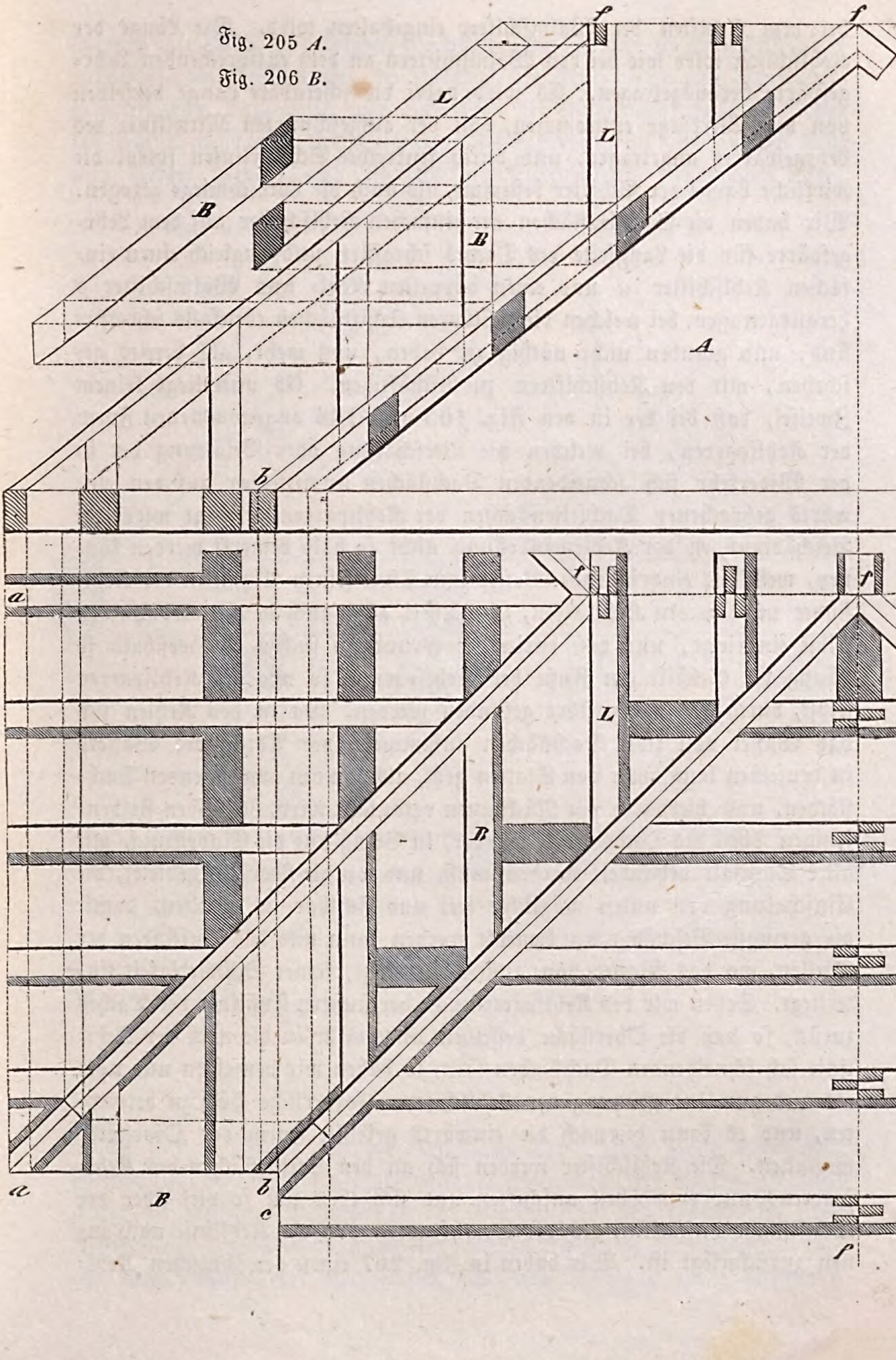
Haben wir bisher nur das Schiften an Walmdächern betrachtet, so werden wir nun noch auf die abweichenden Formen der Schifter hinzuweisen haben, wie sie an Walmdächern mit Widerkehr vorkommen. Wir geben in Fig. 205 die Ansicht und den Durchschnitt, und in Fig. 206 den Grundriß mit dem über dem Werksatze aufgerichteten Gespärre von einem regelmäßigen Walmdache mit rechtwinkeliger Widerkehr, an welchem die sämmtlichen Schifterformen vorkommen, und wo zu dem Grathsparren noch ein Kehlsparren hinzutritt.

Das Heraustragen des Kehlsparrens wird an dem Lehrgespärre ganz eben so vorgenommen, wie wir dieß bei dem Heraustragen des Grathsparrens an Fig. 200 und 201 nachgewiesen haben, und es ist die Form der Fußschmiege maßgebend für die einwärts gekehlte Form der gebrochenen Dachseitenflächen. Da der Kehlsparren keine größere Stärke haben muß, als daß die Schiftflächen sich daran vollkommen anschließen, so wird die Gesammthöhe desselben im Querschnitt nicht mehr betragen, als die Höhe des Grathsparrens bis zur Bruchkante an den Bundseiten, wie dieß aus der auf dem Werksatze punktirt eingezeichneten innern Fußlinie der Sparren sich ergiebt, aus welcher, wie bereits erwähnt, die Fußschmiegen der Grath- und Kehlsparren abgeleitet werden.

Betrachten wir die an dem Kehlsparren ansitzenden Schifter, so unterscheiden sie sich von den Walmschiftern nur dadurch, daß die Schiftflächen nicht an dem obern, sondern an dem untern Ende vorkommen. Als einfache Schifter treffen sie im Firste mit einem Schifter oder Sparren zusammen und sind mit diesem, wie jeder Sparren, durch einen Scherenzapfen verbunden; als doppelte Schifter schließen sie am obern Ende an den Grathsparren und am untern Ende an den Kehlsparren, mit ihren, nach entgegengesetzter Richtung geschnittenen, sonst aber bei regelmäßigen Dächern ganz gleichen Schiftflächen an. Hiernach wird bei dem Schiften der Kehlschifter dasselbe Verfahren anwendbar sein, welches

Fig. 205 *A.*

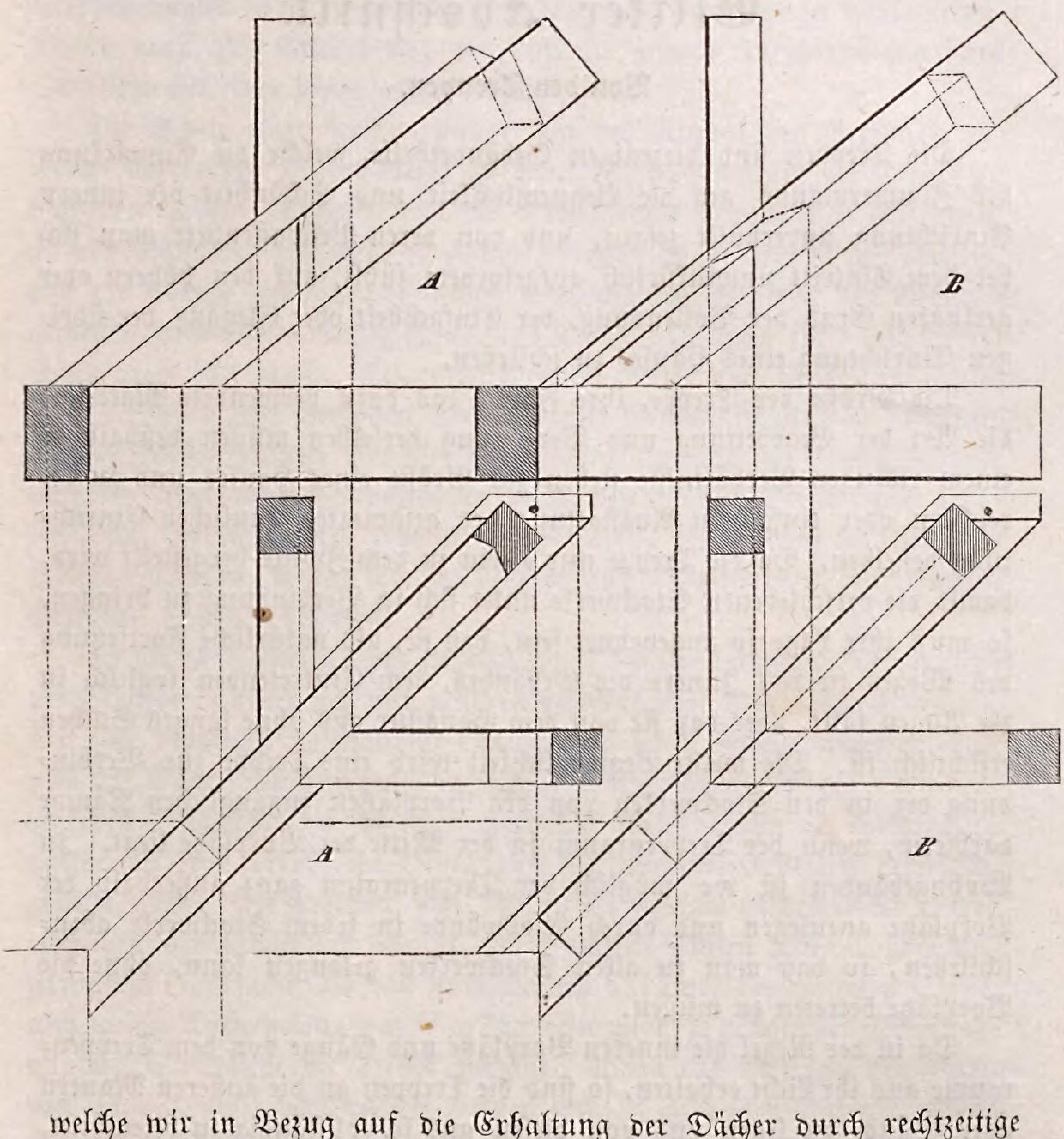
Fig. 206 *B.*



bei dem Schiften der Walmschifter eingehalten wird. Die Länge der Kehlschifter wird wie bei den Walmschiftern an dem entsprechenden Lehrgespärre herausgetragen. Es wird dabei die scheinbare Länge derselben von dem Werksatze entnommen, von der aufgeschnürten Mittellinie des Lehrgespärres angetragen, und durch senkrechte Schnürlinien sowol die wirkliche Länge der Schifter bestimmt, als auch die Lothschmiege gezogen. Wir haben die Schmiegflächen der einfachen Kehlschifter auf dem Lehrgespärre für die Langseite des Daches schraffirt, und zugleich einen einfachen Kehlschifter α und einen doppelten Kehl- und Walmschifter β herausgetragen, bei welchen die sichtbaren Schiftflächen ebenfalls schraffirt sind, und glauben nicht nöthig zu haben, uns mehr, als bereits geschehen, mit den Kehlschiftern zu beschäftigen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei der in den Fig. 105 und 106 angenommenen Form der Kehlsparren, bei welchen die Verschalung oder Belattung der in der Widerkehr sich schneidenden Dachflächen unmittelbar auf den einwärts gebrochenen Dachseitenflächen der Kehlsparren befestigt wird, die Beschädigungen der Kehleneindeckung nicht so bald bemerkt werden können, weil das eindringende Wasser zum Theil seinen Abzug in der Kehle findet und in den Kehlbalken, zum Theil aber auch in den Kehlsparren selbst eindringt, und daß darin der Grund zu suchen ist, weßhalb so häufig die Gebälke am Fuße der Kehlsparren, so wie die Kehlsparren selbst, durch Fäulniß zerstört gefunden werden. Da in den Kehlen sich das Wasser von zwei Dachflächen ansammelt, der Abzug des Wassers in denselben langsamer von Statten geht, als von den angrenzenden Dachflächen, und hierdurch ein Rückstauen veranlaßt wird, so bilden sie denjenigen Theil des Dachwerkes, welcher, in Bezug auf die Eindeckung, mit aller Sorgfalt behandelt werden muß, und wo die Vorsicht gebietet, die Einschalung von unten möglichst frei und sichtbar zu erhalten, damit die geringste Beschädigung bemerkt werden kann und das Auffinden der Stellen, wo das Wasser von außen eindringt, keiner Schwierigkeit unterliegt. Setzen wir den Kehlsparren von der äußern Fußlinie des Daches zurück, so daß die Oberfläche desselben nicht mehr in die nach der Kehllinie sich schneidenden Dachflächen fällt, so haben wir denselben nur noch als das zur Unterstützung der Kehlschifter erforderliche Holz zu betrachten, und es kann hiernach die einwärts gekehlte Form der Oberfläche wegfallen. Die Kehlschifter werden sich an den Seitenflächen des Kehlsparrens nur zum Theil anschiften und sich eben um so viel über der Schiftfläche aufsatteln, als der Grathsparren von der Kehllinie nach innen zurückgelegt ist. Wir haben in Fig. 207 einen gewöhnlichen Kehl-

sparren mit einwärts gekehlten Dachseitenflächen, und in Fig. 208 einen zurückgesetzten Kehlsparren, bei welchem die Kehlschifter zum Theil aufgesattelt sind, dargestellt, und empfehlen die Anwendung des in der letzten Figur gegebenen zurückgesetzten Kehlsparrens, bei welchem an Holz und Arbeit gespart und zugleich der Anforderung entsprochen wird,

Fig. 207 *A*. Fig. 208 *B*.



welche wir in Bezug auf die Erhaltung der Dächer durch rechtzeitige Entdeckung der Beschädigungen an der Eindeckung der Kehlen glaubten stellen zu müssen. Gestattet es die Construction des Dachwerkes, den Kehlsparren unmittelbar unter der Kehleneindeckung wegzulassen, und zur Unterstützung der Kehlschifter für jede Dachseite einen besondern

Unterstützungssparren anzubringen, so wird dadurch die Kehleneindeckung vom Dachraume aus sichbar und so der beregten Anforderung um so vollkommener entsprochen.

Eilfter Abschnitt.

Von den Treppen.

Die Treppen sind diejenigen Gebäudetheile, welche die Einwirkung des Zimmermanns auf die Bequemlichkeit und Schönheit der innern Einrichtung unverhüllt zeigen, und von deren Beschaffenheit man sich bei dem Eintritt unwillkürlich aufgefordert fühlt, auf den höhern oder geringern Grad der Vollendung, der Einfachheit oder Eleganz der übrigen Einrichtung eines Hauses zu schließen.

Die Größe der Treppe, ihre Form, das dazu verwendete Material, die Art der Bearbeitung und Verzierung derselben müssen deßhalb in einem richtigen Verhältnisse stehen zur Größe eines Hauses und zu der reichern oder einfachern Ausstattung der gesammten baulichen Einrichtung desselben. Da die Treppe nur allein zu dem Zwecke hergestellt wird, damit die verschiedenen Stockwerke unter sich in Verbindung zu bringen, so muß ihre Lage so angeordnet sein, daß sie, als natürliche Fortsetzung des Weges in das Innere des Gebäudes, dem Eintretenden sogleich in die Augen fällt, oder daß sie von dem Hausflur aus ohne langes Suchen ersichtlich ist. Die meiste Bequemlichkeit wird eine Treppe zur Verbindung der in den Stockwerken von den Vorplätzen zugänglichen Räume darbieten, wenn der Treppenraum in der Mitte der Vorplätze liegt. In Wohngebäuden ist wo möglich der Treppenraum ganz außerhalb der Vorplätze anzulegen und durch Glaswände in jedem Stockwerke abzuschließen, so daß man zu allen Stockwerken gelangen kann, ohne die Vorplätze betreten zu müssen.

Da in der Regel die inneren Vorplätze und Gänge von dem Treppenraume aus ihr Licht erhalten, so sind die Treppen an die äußeren Mauern oder Wände zu legen und von diesen aus so vollständig zu beleuchten, als es die Breite des Treppenraumes gestattet. Es sind deßhalb die Treppenfenster so anzulegen, daß sie, dem Laufe der Treppenarme folgend, nie von denselben durchschnitten werden. Von dieser Regel zum Nachtheile einer guten Treppenbeleuchtung abzuweichen, wird nur in seltenen

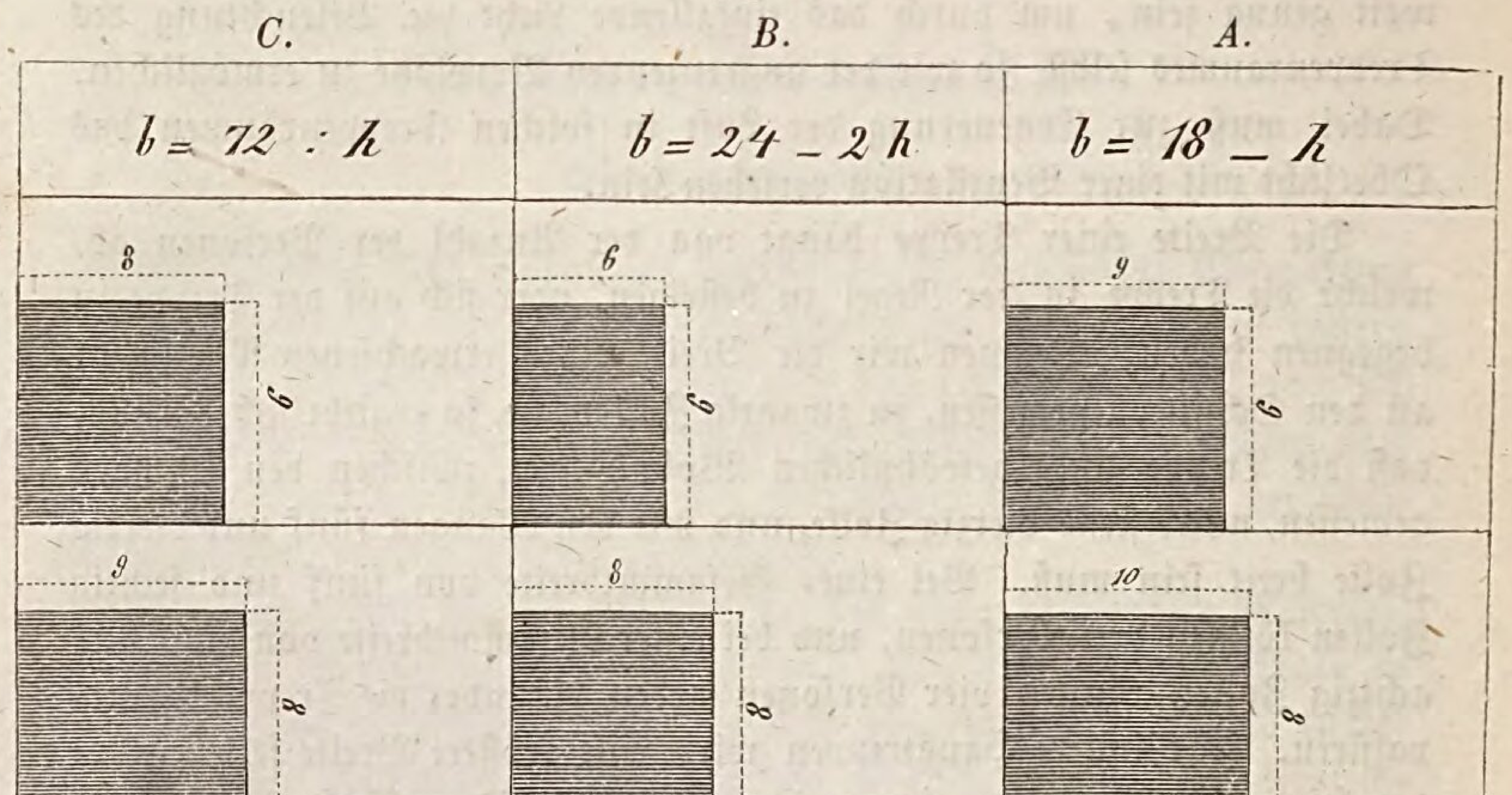
Fällen die Nothwendigkeit vorliegen, weil die Treppenräume meist den Hofräumen zugewendet sind, wo an die Façaden die Anforderung einer streng symmetrischen Vertheilung der Fenster nicht gestellt wird. Ist man gezwungen, die Treppen von oben zu beleuchten, so muß der zwischen den Treppenarmen befindliche freie Raum, das sogenannte Treppenlicht, im Verhältnisse stehen zu der Anzahl und Höhe der Stockwerke, und weit genug sein, um durch das einfallende Licht die Beleuchtung des Treppenraumes selbst, so wie der angrenzenden Vorplätze zu ermöglichen. Dabei muß zur Erneuerung der Luft in solchen Treppenräumen das Oberlicht mit einer Ventilation versehen sein.

Die Breite einer Treppe hängt von der Anzahl der Personen ab, welche die Treppe in der Regel zu besteigen, oder sich auf der Treppe zu begegnen haben. Nehmen wir die Breite eines erwachsenen Menschen, an den Schultern gemessen, zu zwanzig Zollen an, so ergiebt sich daraus, daß die Treppe eines gewöhnlichen Wohnhauses, zwischen den Wangen gemessen, mindestens vierzig Zolle, und mit den Wangen fünf und vierzig Zolle breit sein muß. Bei einer Gesammtbreite von fünf und sechzig Zollen können drei Personen, und bei einer Gesammtbreite von fünf und achtzig Zollen können vier Personen neben einander die Treppe bequem passiren. Für innere Haustreppen wird eine größere Breite selten geboten sein; häufiger wird eine geringere Breite, bis zu fünf und zwanzig Zollen, genügen, wenn, wie bei Neben- und Diensttreppen, nur einzelne Personen dieselben betreten.

Ist die Lage einer Treppe in Bezug auf die zweckmäßigste Verbindung der Stockwerke unter sich und mit den angrenzenden Vorplätzen bestimmt, für eine möglichst vollständige Beleuchtung des Treppenraumes gesorgt, und die Breite der Treppenarme nach den Anforderungen des Personenverkehrs festgesetzt, so ist nun noch der Anforderung zu entsprechen, welche an jede Treppe, in Bezug auf das bequeme Ersteigen derselben, gestellt wird. Die Treppen sind als schiefe Ebenen zu betrachten, deren Ersteigen vermittelst der darauf angebrachten Stufen eine größere Anstrengung verursacht, als das Fortschreiten auf einer horizontalen Ebene, und welche Anstrengung um so größer sein wird, je größer der Neigungswinkel, in welchem die Treppe ansteigt. Wenn das Ersteigen der einzelnen Stufen nicht beschwerlich werden soll, so muß es dem gewöhnlichen Schritte eines Menschen möglichst angepaßt werden, und soll bei dem bequemsten Ersteigen der einzelnen Stufen, das Ersteigen einer Treppe nicht ermüden, so darf die Anzahl der Stufen bis zu abwechselnd angebrachten Ruheplätzen ein gewisses Maß nicht überschreiten. Allgemein wird die

senkrechte Höhe der Stufen als deren Steigung, und die horizontale Breite derselben als ihr Auftritt bezeichnet, und werden wir diese Bezeichnung beibehalten. Es wird nun, um die Steigung und den Auftritt von Treppenstufen in ein solches Verhältniß zu einander zu bringen, daß der gewöhnliche Schritt eines Menschen zum Ersteigen ausreicht, auf

Fig. 209.

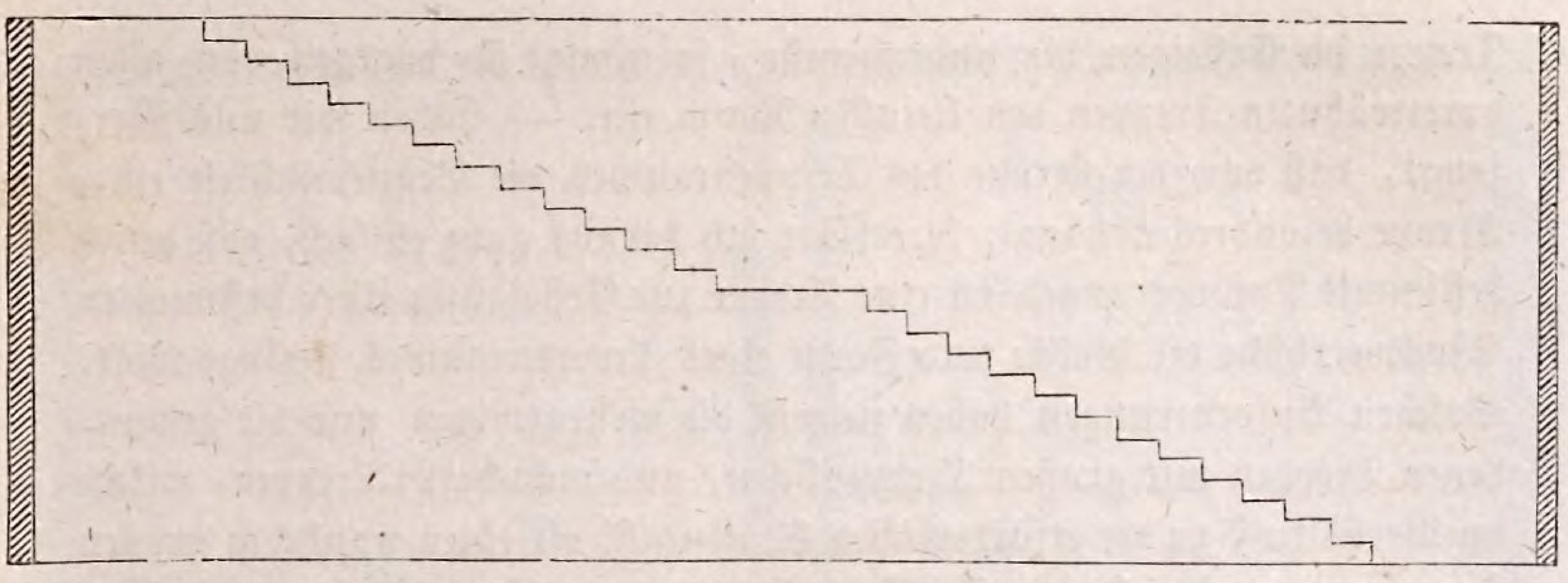


verschiedene Weise in der Praxis verfahren, und geben wir in Fig. 209 eine Zusammenstellung tabellenartig gezeichneter Stufenverhältnisse nach drei verschiedenen Methoden bestimmt, für welche die einfachen Formeln beigeschrieben sind. Bei *A* wird der zu einer bestimmten Steigung gehörige Auftritt gefunden, wenn man den Auftritt, in Zollen ausgedrückt,

von der Zahl 18 abzieht; der Rest der Zahl giebt die Breite des Auftrittes in Zollen an. Bei *B* wird von der Zahl 24 das Doppelte der Zahl, welche die Steigung in Zollen angiebt, abgezogen, und der Rest der Zahl als Breite des Auftritts in Zollen angenommen. Bei *C* wird das Product von $6 \times 12 = 72$ durch die Zahl, welche die Steigung in Zollen angiebt, dividirt, und der Quotient giebt die Breite des Auftrittes in Zollen an. Wie aus der Tabelle zu ersehen, sind die nach diesen drei Methoden ermittelten Verhältnisse zwischen Steigung und Auftritt nur bei einer Steigung von 6 Zoll übereinstimmend und die größten Abweichungen ergeben sich bei geringeren Steigungen. Für Holztreppen, deren Auftritt durch den Vorsprung der Trittstufen an Breite gewinnt, kann zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Steigung und Auftritt der Stufen das bei *A* angegebene Verfahren als das geeignetste zur Anwendung empfohlen werden, wobei selbstverständlich die durch Berechnung gefundene Breite des Auftrittes ohne die Hinzurechnung des Vorsprungs der Trittstufen angenommen wird. Die Breite des Auftrittes kann nur bei geraden Treppen auf die ganze Länge der Stufen eine gleiche sein; bei gewundenen Treppen kann das günstigste Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt nur an einer Stelle der Stufe stattfinden und wird allgemein in der Mitte der Stufen angenommen.

Die Anzahl der Stufen für eine Treppe hängt einestheils von der zu ersteigenden Stockwerkhöhe, anderntheils aber auch von dem für die Anlage der Treppe vorhandenen Raume ab. Der Treppenraum insbesondere ist maßgebend für die Steigung, nach dessen Höhe sich die entsprechende Breite des Auftrittes richtet. Es kann deßhalb bei einer gegebenen Stockwerkhöhe und einem gegebenen Treppenraume nicht immer für die Stufen das günstigste Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt erreicht werden, und es bleibt in solchen Fällen die Aufgabe des Zimmermanns, durch eine zweckmäßige Eintheilung der Treppe dem günstigsten Verhältnisse der Stufen möglichst nahe zu kommen. Richtet sich nach dem Treppenraume und der Stockwerkhöhe die Anzahl der Stufen und ihr Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt, so ist dieß noch mehr der Fall in Bezug auf die Anlage von Ruheplätzen oder Podesten. Das Besteigen einer Treppe, selbst wenn die Stufen geringe Steigung haben, ermüdet, wenn zwischen zwei Podesten mehr als 12 bis 15 Stufen zu liegen kommen. Hiernach müßte eine bequeme Treppe bei geringer Stockwerkhöhe mindestens ein Podest und bei bedeutender Stockwerkhöhe zwei bis drei Podeste erhalten. Kann man bei unbeschränktem Treppenraume alle Rücksicht nehmen auf die Bequemlichkeit der Treppen, und Podeste mit Treppen-

armen von höchstens 15 Stufen wechselnd anbringen, so kann dagegen bei sehr beschränktem Treppenraume die Nothwendigkeit vorliegen, die Treppe ohne Podeste in ununterbrochener Stufenfolge von Stockwerk zu Stockwerk zu führen. Bei Treppen in sehr beschränktem Raume ist es wichtiger, ein günstiges Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt für die einzelnen Stufen im Auge zu behalten, als Podeste erzwingen zu wollen zum Nachtheil für das bequeme Ersteigen der Stufen. Die Bequemlichkeit einer Treppe wird stets zu dem vorhandenen Treppenraume in einem gewissen Verhältnisse stehen. Betrachten wir in der beifolgenden Tafel die von Fig. 210 bis Fig. 214 dargestellten Treppenformen, so werden wir diese Behauptung bestätigt finden. Fig. 210 giebt eine gerade aufgehende Treppe mit Podest auf halber Stockwerkhöhe, unstreitig die bequemste Treppe, zugleich aber auch diejenige Treppe, welche den größten Raum in Anspruch nimmt. Vor dem Antritte muß ein Vorplatz *a*, auf halber Stockwerkhöhe das Podest *b* und am Austritte ein Vorplatz *c* sich befinden, und sodann muß, um von dem Austritte *c* nach dem Austritte *a* der weiter führenden Treppe gelangen zu können, ein Vorplatz *d* von der Länge der ganzen Treppe mit Inbegriff der Vorplätze oder Podeste *a* und *c* vorhanden sein, welcher wieder keine geringere Breite haben darf als die Treppenarme. Nehmen wir dagegen die gerade gebrochene zweiarmige Treppe Fig. 211 mit einem auf die ganze Treppenbreite durchgehenden Podeste auf halber Stockwerkhöhe, so hat diese Treppe gegen die erstgenannte Treppe die Unbequemlichkeit, daß man auf dem Podeste sich umdrehen und von da in entgegengesetzter Richtung aufwärts steigen muß; es nimmt aber auch dagegen die Treppe um Weniges mehr als die Hälfte des Raumes der gerade aufgehenden einarmigen Treppe mit Podest ein. Fällt nach Fig. 212 bei der gerade gebrochenen zweiarmigen Treppe das Podest weg und es werden an dessen Stelle gewundene Stufen angelegt, so ist diese Treppe allerdings beim Ersteigen weniger bequem als die vorher betrachtete zweiarmige Podesttreppe, und bei dem ununterbrochenen Fortführen der Stufen auf die ganze Stockwerkhöhe etwas ermüdend, sie nimmt aber auch gegen diese Podesttreppe um so viel weniger Raum in der Länge ein, als die in der Windung angebrachten Stufen in den geraden Armen weniger vorkommen. Fig. 213 giebt eine im Halbkreis gewundene Treppe mit weitem Treppenlichte in einem mehr langen als breiten Treppenraume, bei welcher An- und Austritt an den entgegengesetzten Seiten des Treppenvorplatzes sich befinden, und Fig. 214 eine Wendeltreppe, bei welcher An- und Austritt senkrecht über einander liegen und zur Ersteigung der Stockwerkhöhe eine doppelte Windung erforderlich ist. Ist die letztere



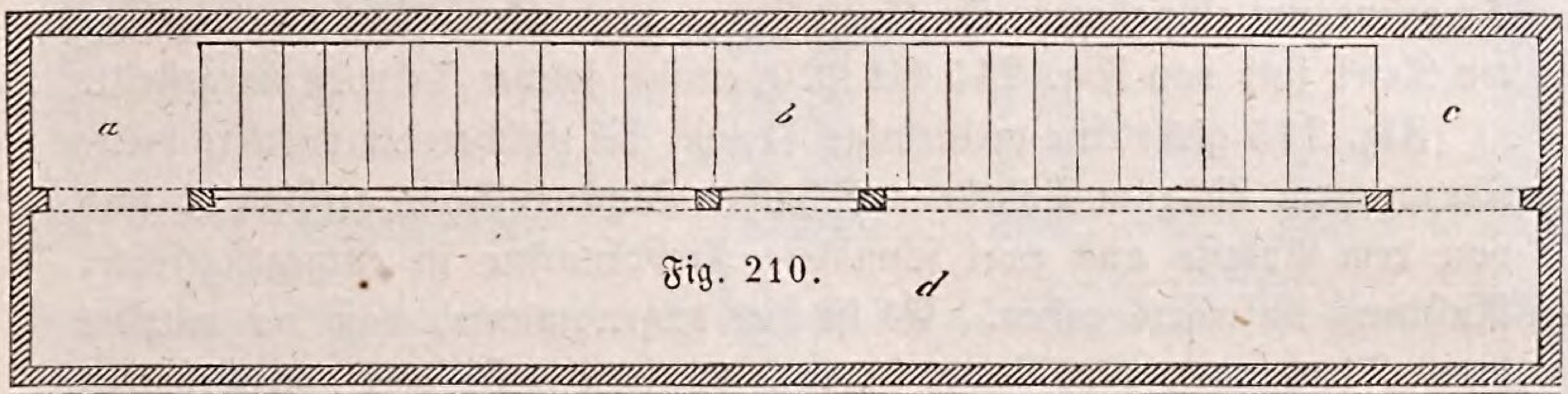
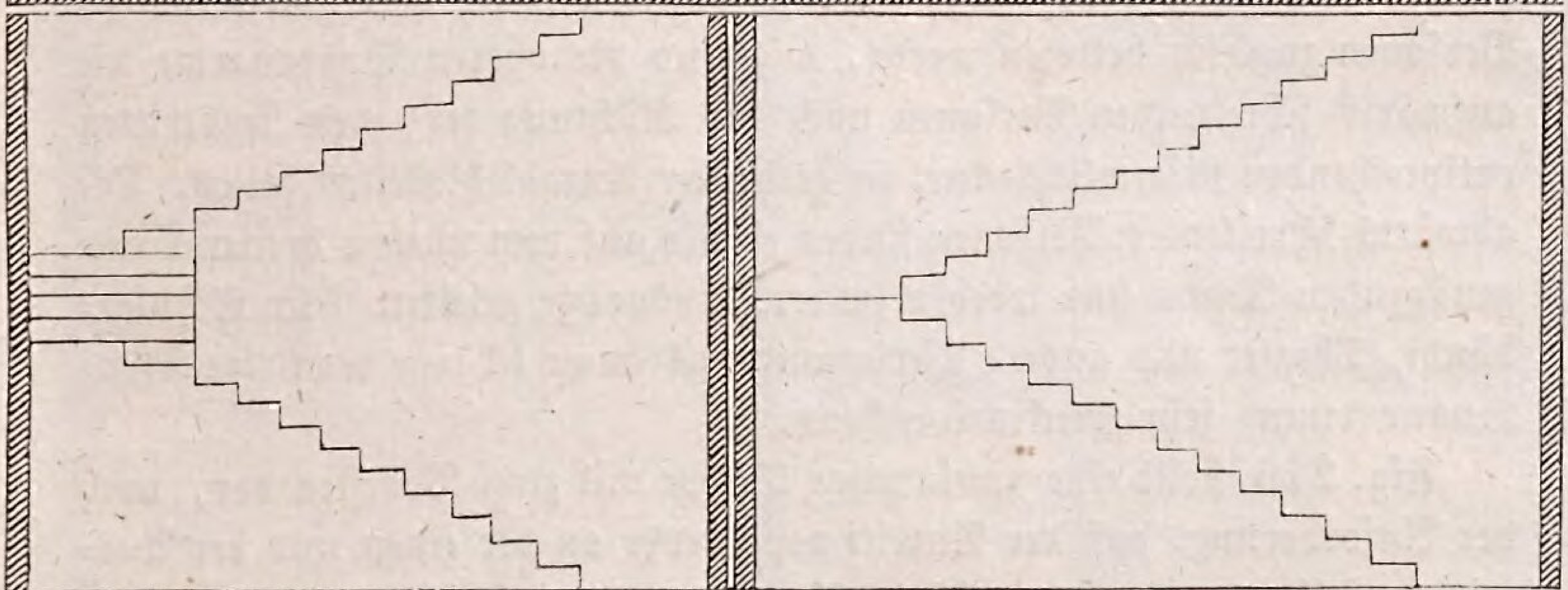


Fig. 210.



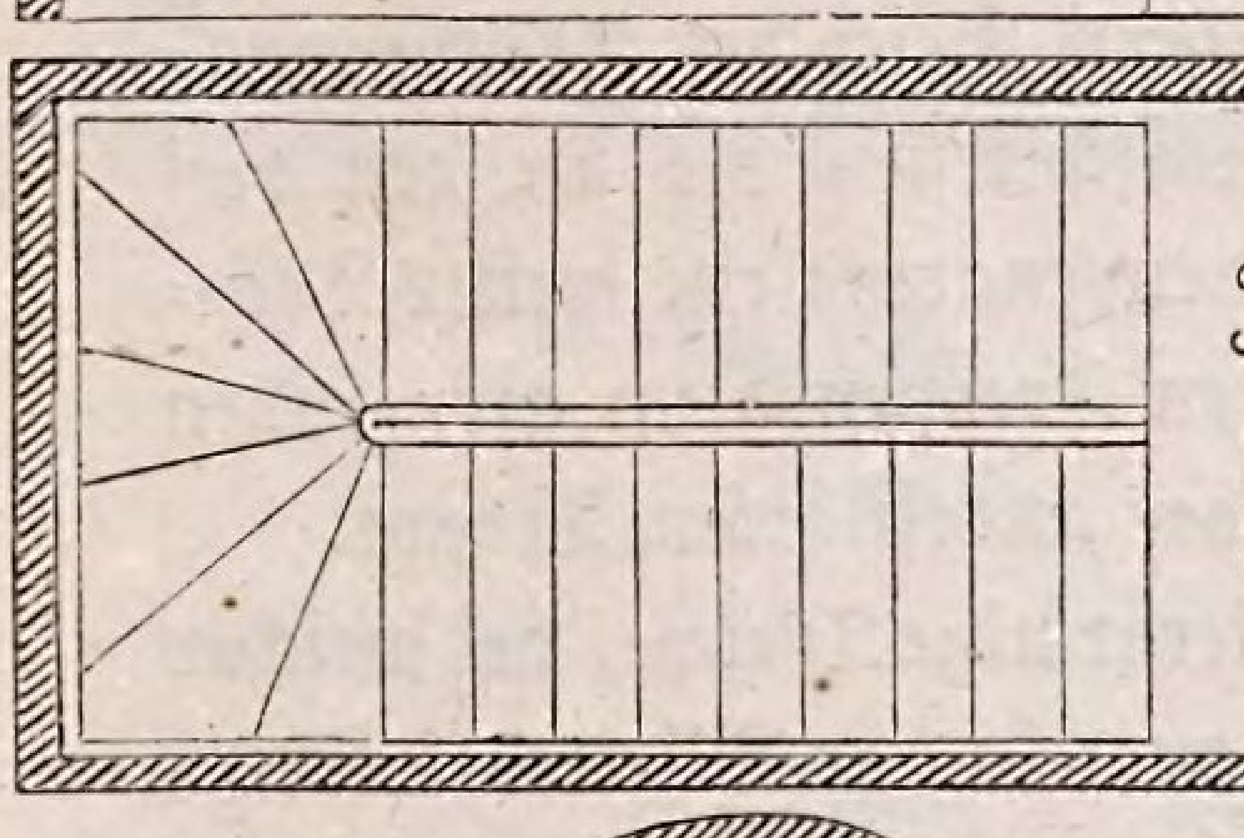


Fig. 212.

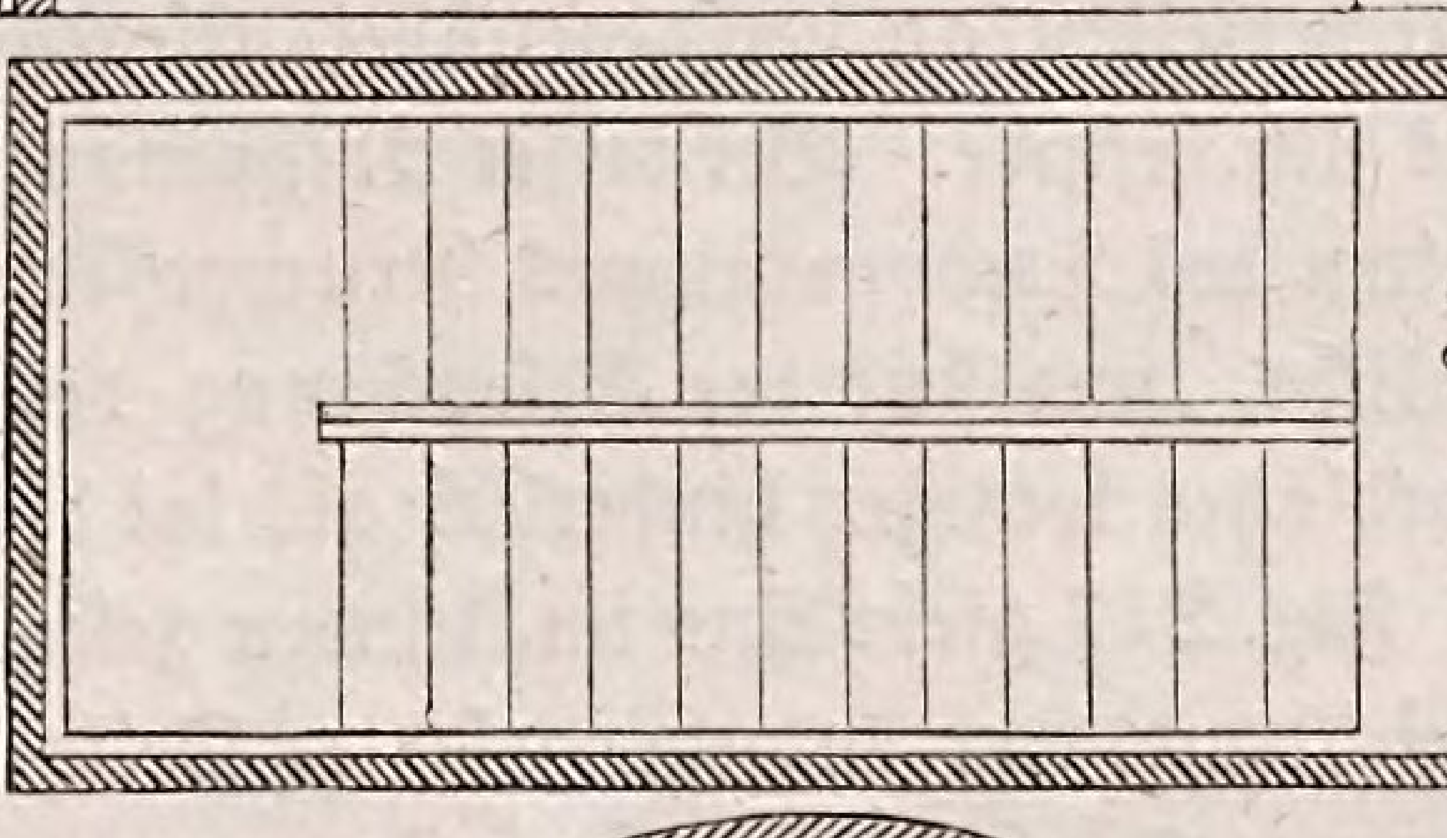


Fig. 211.

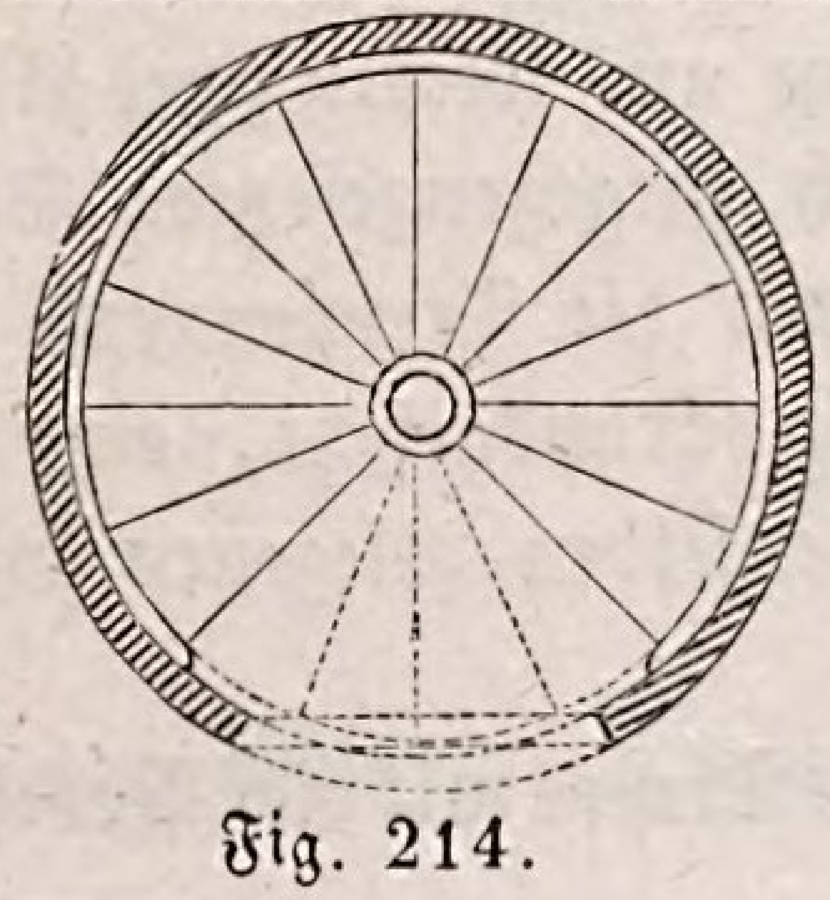


Fig. 214.

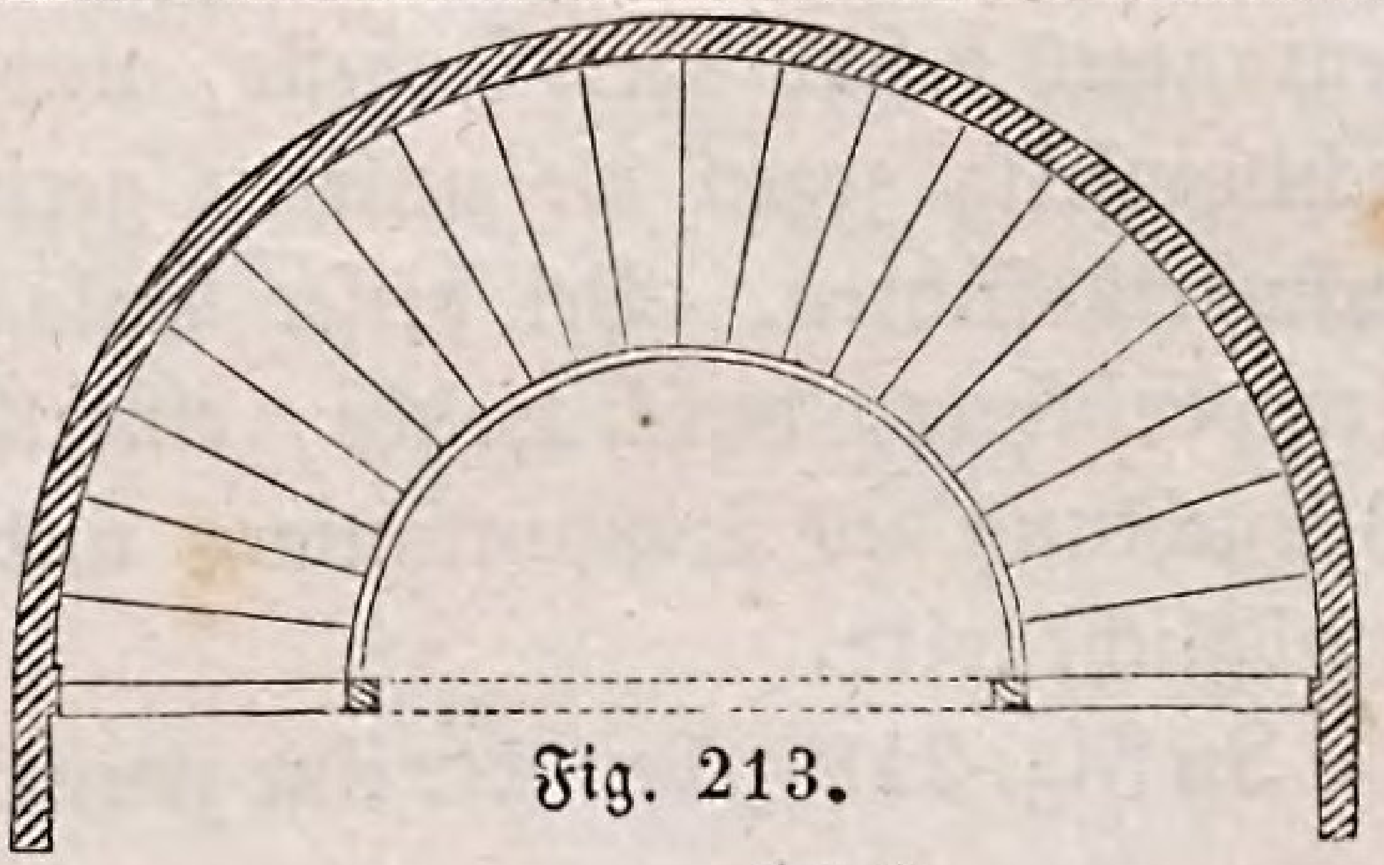


Fig. 213.

Treppe im Ersteigen die unbequemste, so nimmt sie dagegen von allen vorerwähnten Treppen den kleinsten Raum ein. — Haben wir uns überzeugt, daß von der Größe des Treppenraumes die Bequemlichkeit einer Treppe besonders abhängt, so erklärt sich daraus ganz einfach, daß durch bestimmte Anforderungen an eine Treppe zur Ersteigung einer bestimmten Stockwerkhöhe die Größe und Form eines Treppenraumes bedingt wird. Solchen Anforderungen haben zumeist die mehrarmigen und die gewundenen Treppen mit großem Treppenlichte, und mancherlei Treppen, welche im Verhältniß zu der erforderlichen Stufenzahl oft einen unnöthig großen Treppenraum einnehmen, ihr Entstehen zu verdanken. Auf der beigefügten Tafel sind von Fig. 215 bis 220 einige solcher Treppen dargestellt.

Fig. 215 giebt eine dreiarmige Treppe, bei welcher der mittlere breite Treppenarm bis zum Podeste auf halber Stockwerkhöhe geführt ist und von dem Podeste aus zwei schmälere Treppenarme in entgegengesetzter Richtung aufwärts gehen. Es ist hier angenommen, daß der mittlere breite Treppenarm dem Haupteingange zugewendet sei und von mehreren Personen zugleich betreten werde, während die oberen Treppenarme die aufwärts schreitenden Personen nach der Richtung der, den Austritten entsprechenden Räumlichkeiten, in getheilter Anzahl hinleiten sollen. Die abwärts schreitenden Personen finden ebenso auf dem untern breiten Arme genügenden Raum und werden zu dem Ausgange geleitet. Für Schulgebäude, Theater und andere Versammlungsräume ist eine derartige Treppenanordnung sehr zweckentsprechend.

Fig. 216 stellt eine zweiarmige Treppe mit zwei Podesten dar, nach der Anforderung, daß der Antritt der Treppe an der einen und der Austritt derselben an der gegenüber gelegenen andern Seite des Treppenraumes sich befinde. Bei dieser Treppenanlage umschließen die an den drei Seiten des Treppenraumes herumgeführten Treppenarme ein weites Treppenlicht, und sind der Beleuchtung des an den Treppenraum grenzenden Vorplatzes weniger hinderlich als bei der vorher angeführten Treppe.

Fig. 217 giebt eine im Innern gelegene vierarmige Treppe, bei welcher zwei Arme von entgegengesetzter Seite nach dem in der Mitte des Treppenraumes befindlichen Podeste, und von diesem aus wieder zwei Arme, rechtwinkelig gegen die unteren gerichtet, nach entgegengesetzten Seiten aufwärts führen. Bei dieser Anlage liegen um die Treppenarme vier Treppenlichter, durch welche, einfallendes Licht vorausgesetzt, eine gute Beleuchtung des Treppenraumes und der um denselben gelegenen Gänge ermöglicht wird.

In Fig. 218 geben wir eine zweite vierarmige Treppe mit vier Podesten,

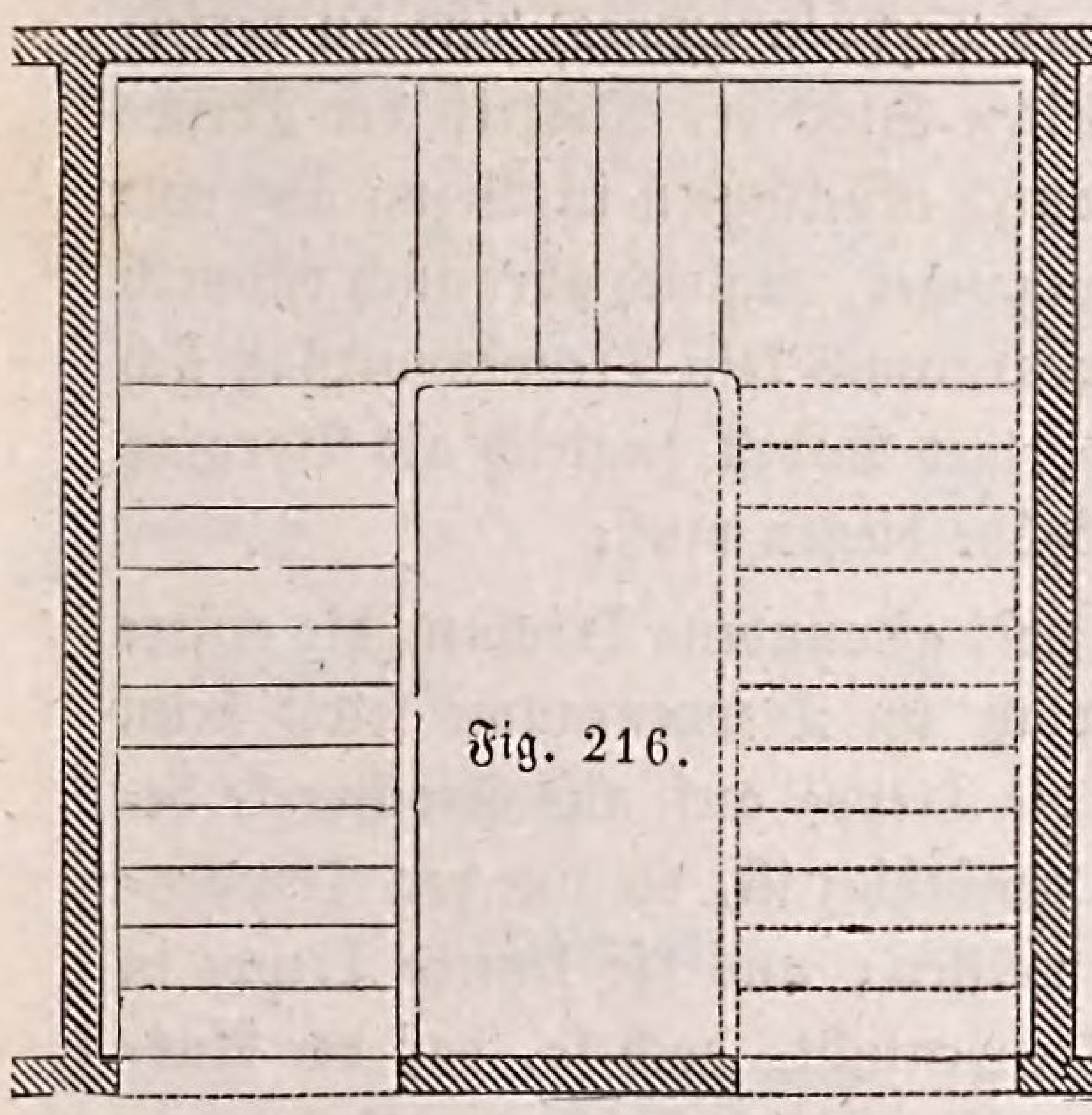


Fig. 216.

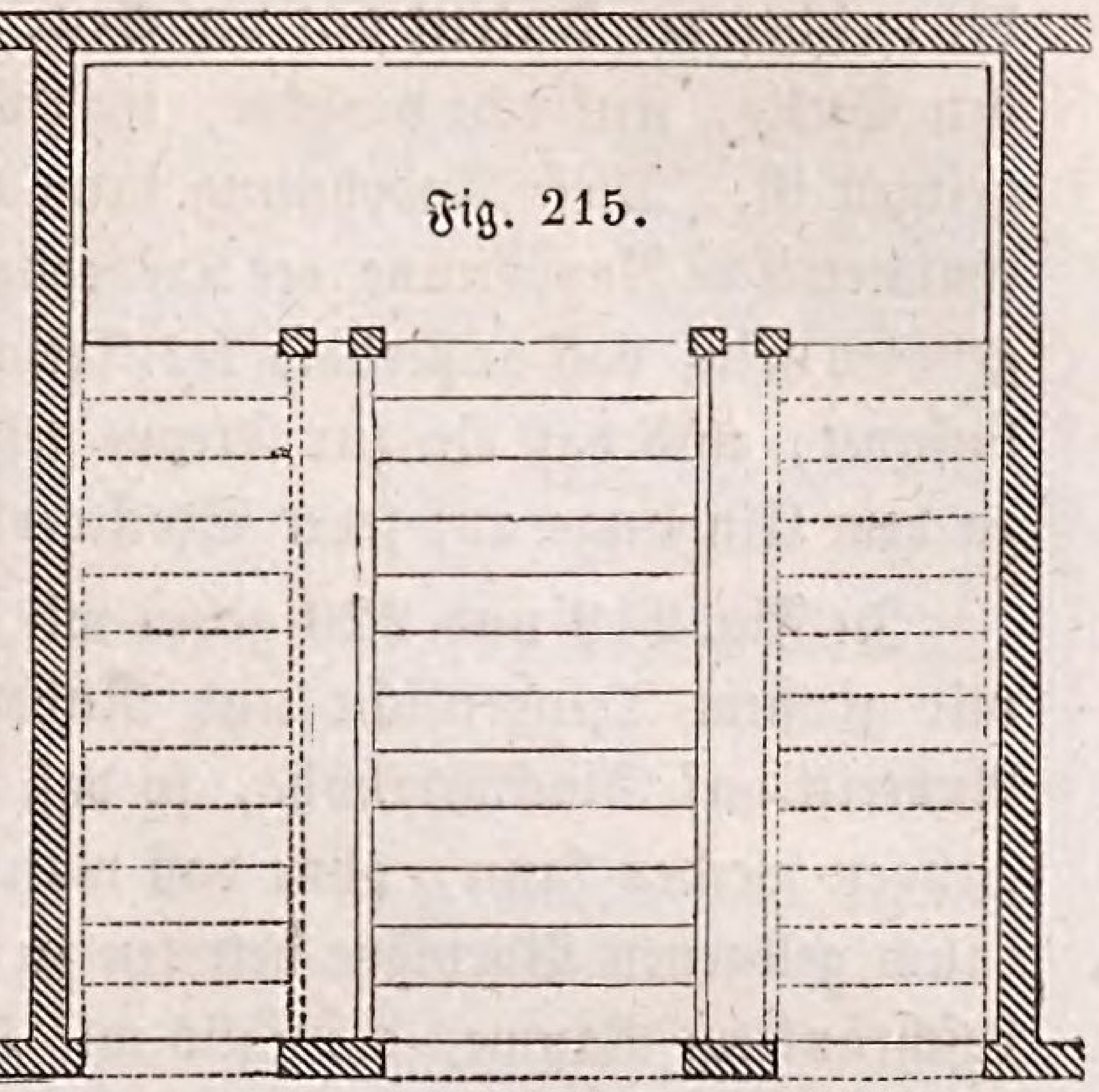


Fig. 215.

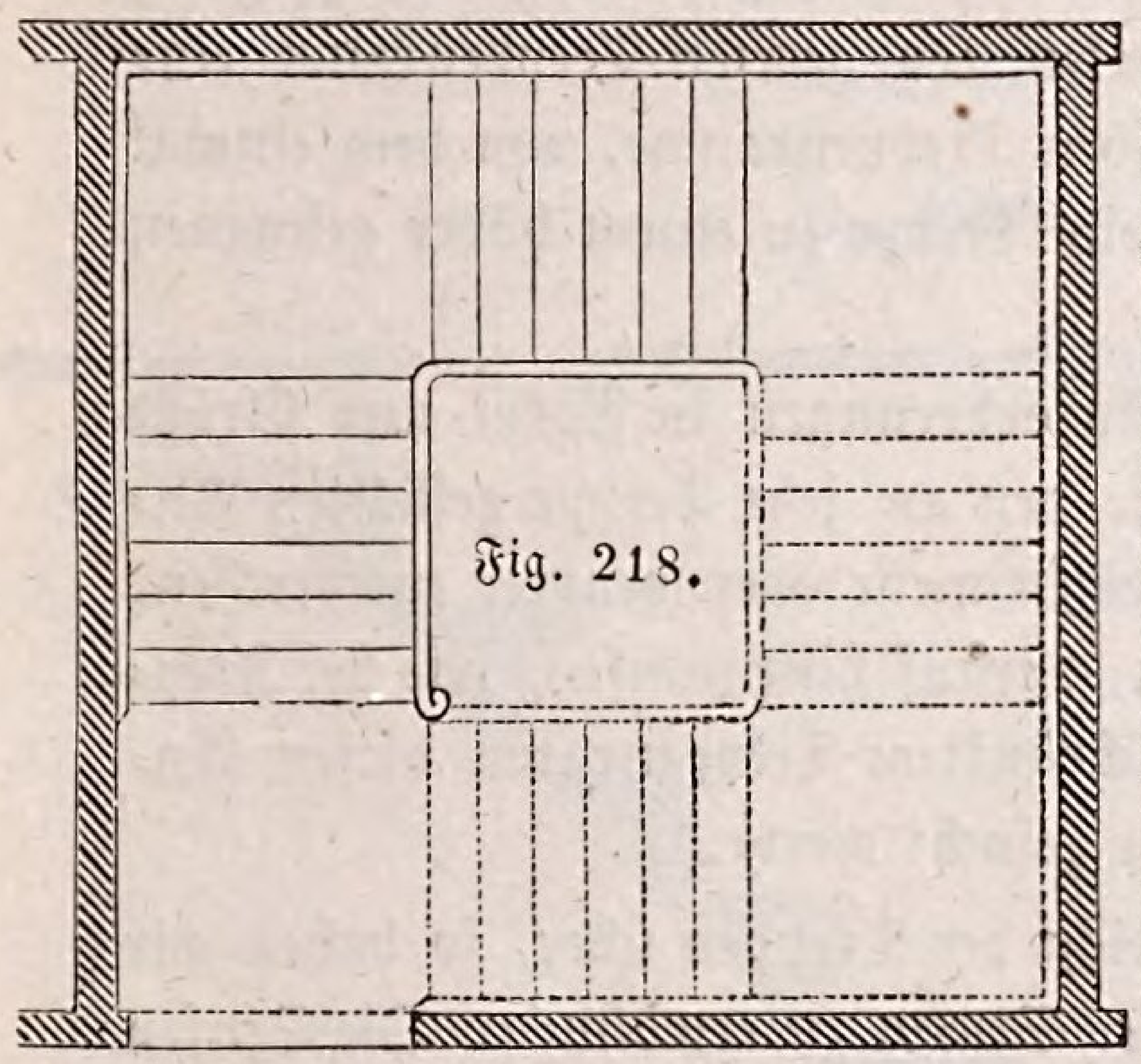


Fig. 218.

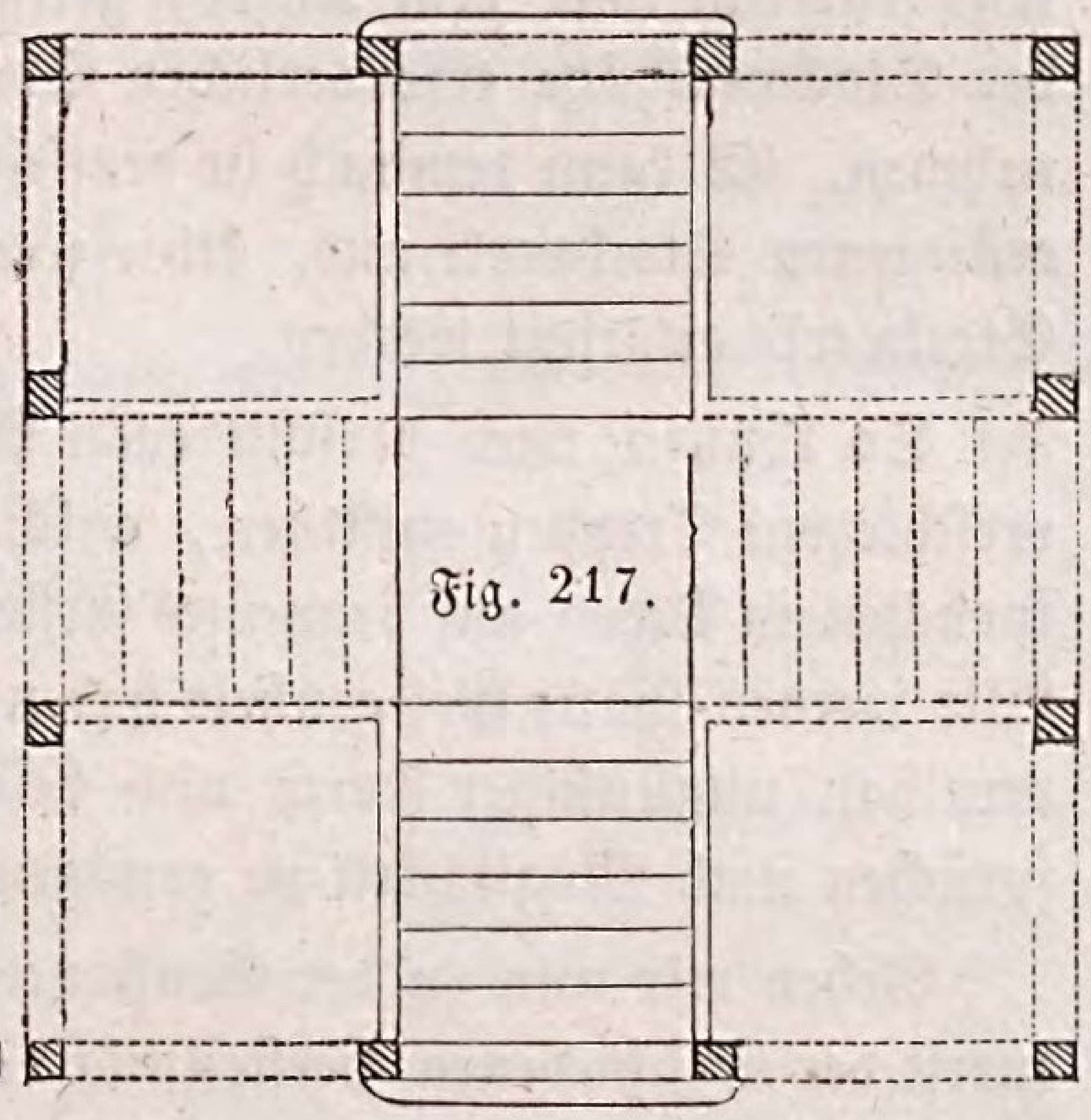


Fig. 217.

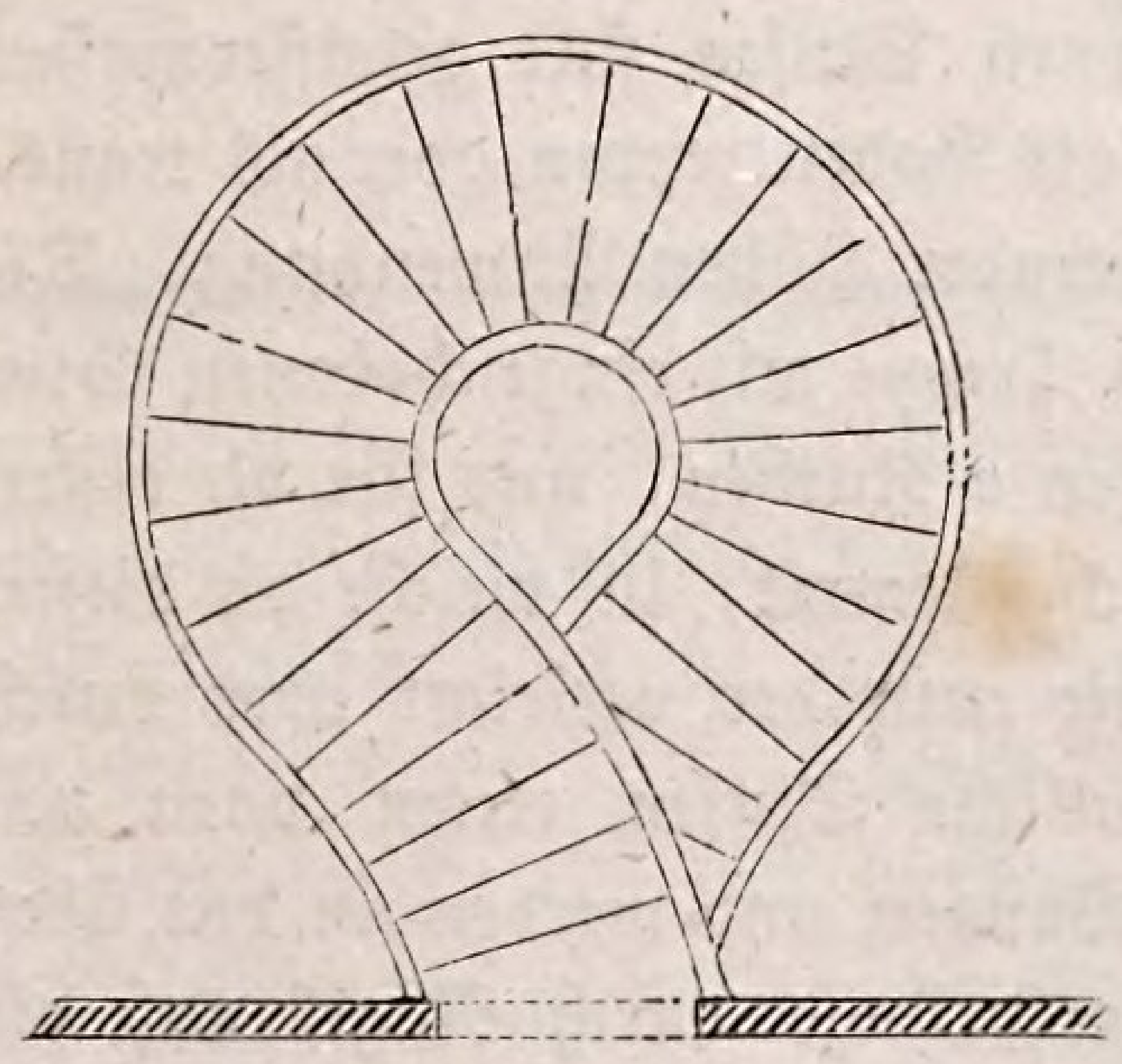


Fig. 220.

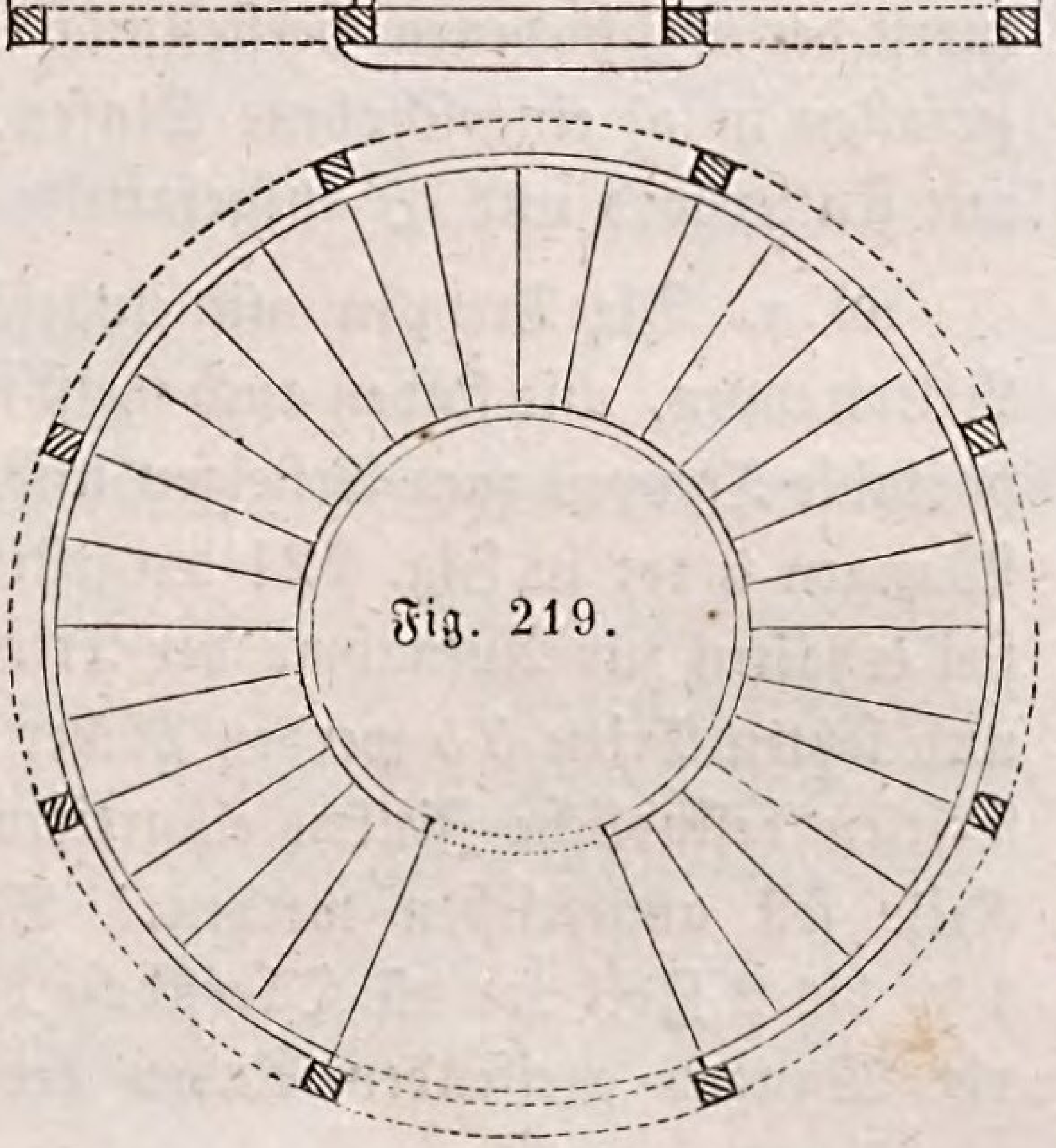


Fig. 219.

bei welcher der Antritt auf der Seite des Treppenraumes, und an derselben Stelle, senkrecht darüber, im zweiten Stock der Austritt der Treppe gelegen ist. Diese Anordnung kann durch Rücksichten in Bezug auf eine symmetrische Anordnung des Treppenzuganges, zugleich aber auch dadurch geboten sein, daß außerhalb des Treppenraumes kein Treppenvorplatz sich befindet, und daß ein zur Treppe gehöriges Podest zugleich als Vorplatz zu dem Eingange auf jeder Stockwerkhöhe dienen muß.

In Fig. 219 und 220 geben wir zwei gewundene Treppen, die erstere mit großem Treppenlicht und Ruheplatz im Treppenraume selbst beim Austritt auf Stockwerkhöhe, so daß die Treppe auf alle Stockwerke begangen werden kann, ohne daß man genöthigt ist, die um den Treppenraum gelegenen Vorplätze betreten zu müssen; und die letztere Treppe in beschränktem Raume, ebenfalls mit Treppenlicht, doch so, daß der Austritt senkrecht über dem Antritt gelegen ist, und daß die zur Ersteigung der Stockwerkhöhe erforderlichen Stufen den ganzen Treppenraum einnehmen. Es kann demnach in demselben Treppenraume, von dem einmal erstiegenen Stockwerke aus, keine zweite Treppe zu einem höher gelegenen Stockwerke angelegt werden.

So können nach verschiedenen Anforderungen in Form und Größe verschiedene Treppen entstehen, welche den an jede Treppe gestellten Ansprüchen in Bezug auf bequemes Ersteigen mehr oder weniger entsprechen. Wir werden später Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, wie bei Treppen von ungünstiger Form und beschränktem Treppenraum diesen Ansprüchen nach Möglichkeit zu genügen gesucht werde.

Gehen wir nun zu der Construction der Treppen über, so haben wir zuerst der verschiedenen Herstellung der Stufen zu erwähnen. Die Stufen zerfallen in a) eingeschobene Stufen, b) Blockstufen, c) versetzte Stufen mit Futterbord und d) aufgesattelte Stufen mit Futterbord.

ad a. Die Treppen mit eingeschobenen Stufen sind gewissermaßen Leitertreppen, und finden auch meist nur als Bodentreppen oder als transportable Treppen zum Ersteigen unbedeutender Höhen Anwendung. Die Wangen *a* der in Fig. 221 dargestellten Treppe mit eingeschobenen Stufen erhalten zur Aufnahme der Trittstufen *c* Nuthen, und für die ersten und letzten Tritte *b b* werden Löcher durchgestemmt, in welche an diesen Tritten befindliche Zinken eingreifen, die entweder verleimt oder durch Keile fest angetrieben werden. Sämmtliche Stufen treten vorn um 1½ bis 2 Zoll vor die Oberfläche der Wangen und werden an den über die Wangen greifenden Enden der Vorsprünge durch Nägel auf die

Wangen befestigt. Die Setzstufen fehlen und die Treppe erscheint, wie eine Sprossenleiter, durchsichtig.

ad b. Die Treppen mit Blockstufen haben die größte Aehnlichkeit mit den Steintreppen, indem die einzelnen Stufen nach Fig. 222 aus dem ganzen Stamm gehauen sind. Zur Unterstützung dieser massiven Stufen

Fig. 221.

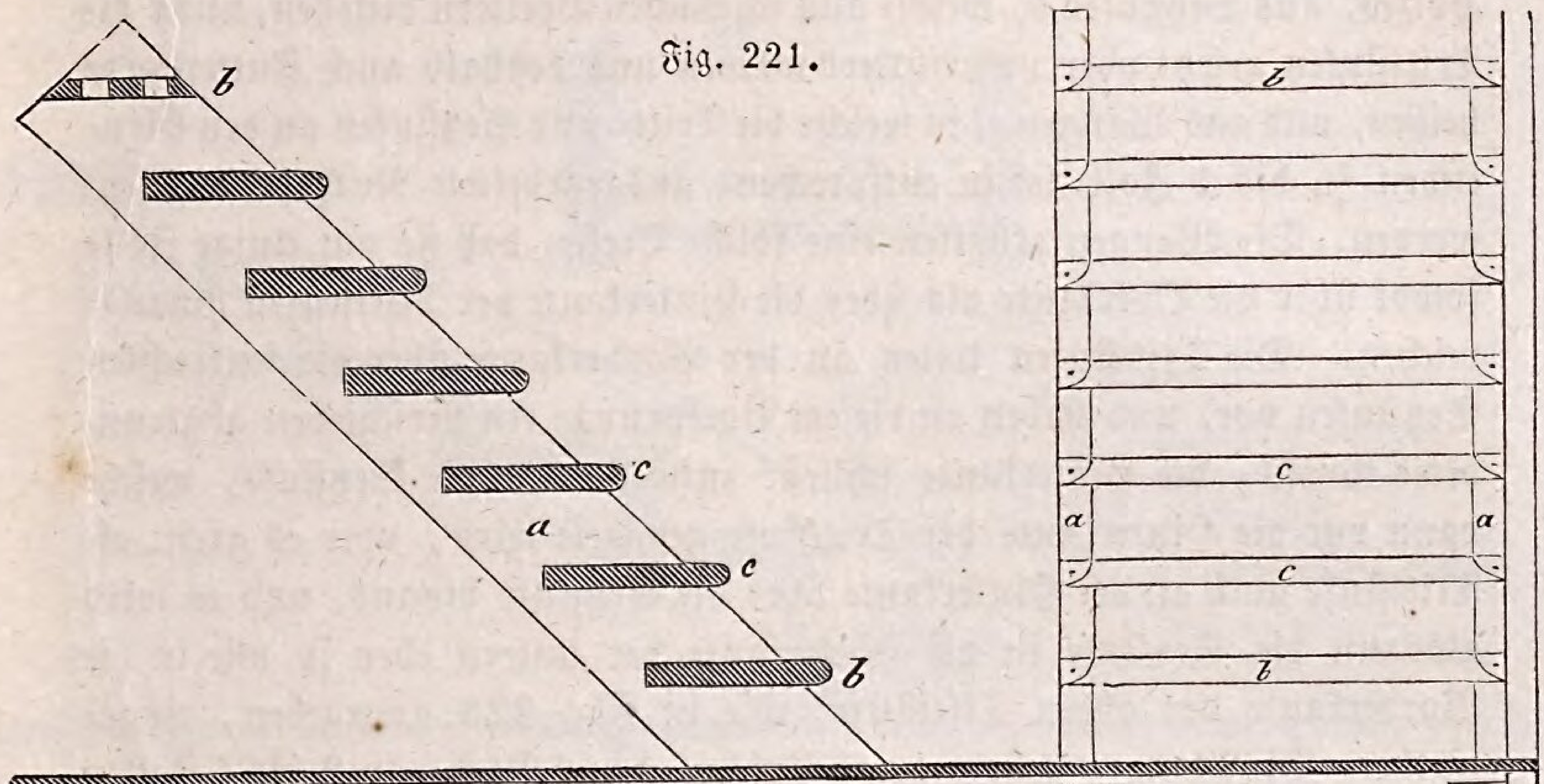
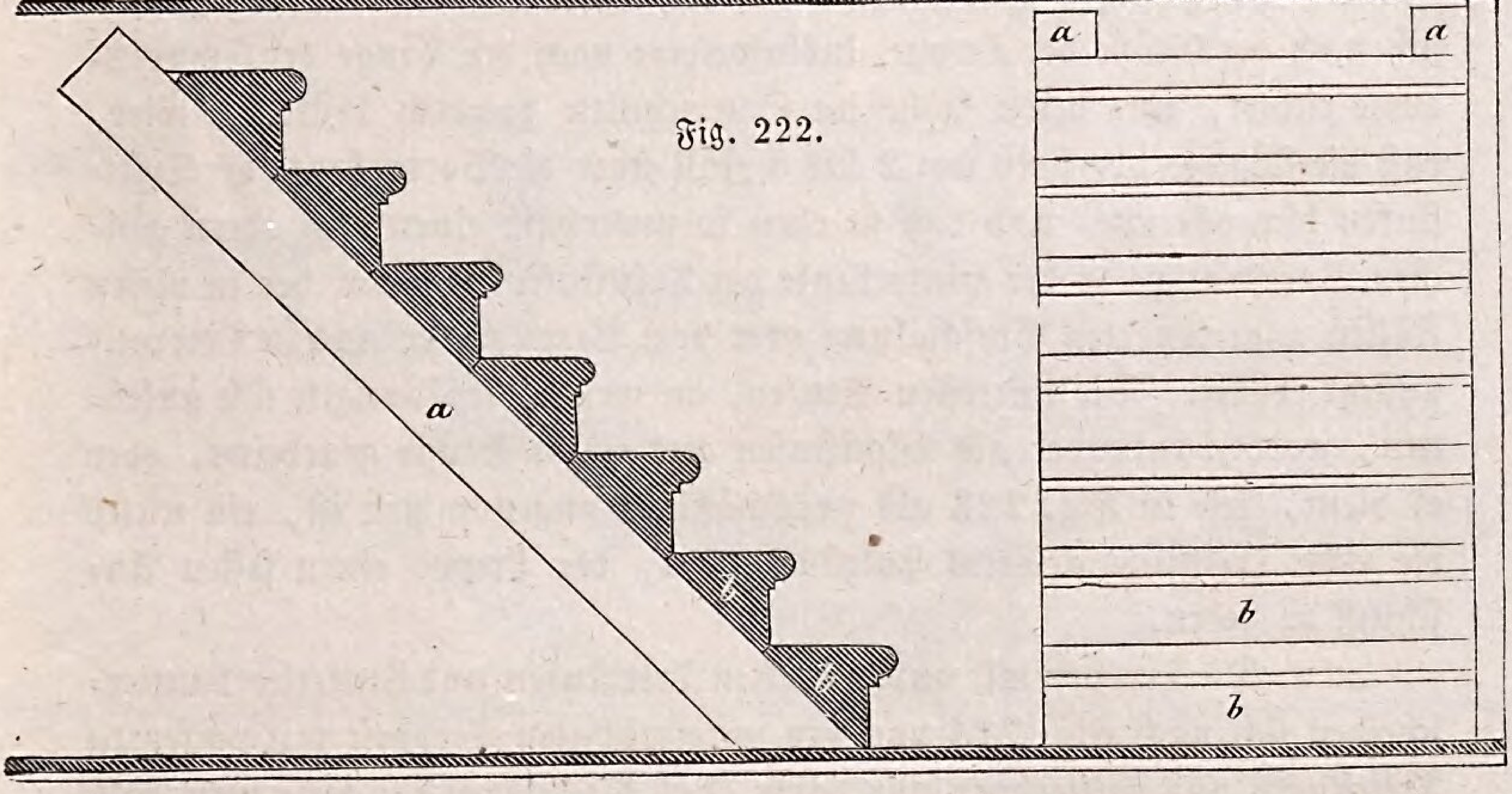


Fig. 222.



sind an beiden Enden starke Wangen, welche Treppenbäume genannt werden, nach dem Neigungswinkel der Treppe untergelegt. Die an der untern Seite nach der Richtung der Stiegenbäume bearbeiteten Stufen haben an der untern Kante einen rechtwinkelig gegen die Stufen gerichteten Ansatz, mit welchem sie sich auf einander setzen, und werden an beiden Enden vermittelst starker Nägel auf die Stiegenbäume befestigt. Diese Blockstufen,

bei welchen das unvermeidliche Aufreißen des Holzes nach dem Kerne dem Ansehen schadet, werden nur noch in holzreichen Gegenden angewendet, und eignen sich überhaupt nur für Treppen mit geraden Armen.

ad c. Die Treppen mit eingesetzten Stufen bestehen nach Fig. 223 aus Trittstufen *a* von zwei- bis dreizölligen Bohlen eines festen und zähen Holzes, aus Setzstufen *b*, welche aus schwachen Brettern bestehen, unter die Trittstufen gesetzt oder unterfüttert werden und deßhalb auch Futterborde heißen, und aus Wangen *c*, in welche die Tritt- und Setzstufen an den Hirnenden ¾ bis 1 Zoll tief in entsprechend ausgearbeitete Nuthen eingesetzt werden. Die Wangen erhalten eine solche Breite, daß sie um einige Zolle sowol über die Oberkante als über die Hinterkante der Trittstufen hinausreichen. Die Trittstufen treten an der Vorderkante über die senkrechten Setzstufen vor, und haben an diesem Vorsprunge ein verschieden abgerundetes Profil; die Hinterkante schließt entweder an die Setzstufe, welche dann vor die Hinterkante der Trittstufe genagelt wird, oder es greift die Trittstufe auch an der Hinterkante über die Setzstufe hinaus, und es wird alsdann die Setzstufe in die Hinterkante der untern eben so wie in die Vorderkante der obern Trittstufe, wie in Fig. 223 angegeben, eingenuthet. Die Wangen bestehen aus Bohlen, deren Dicke von 2 bis 4 Zollen sich nach der Größe der Treppe, insbesondere uach der Länge der Treppenarme richtet, und deren Höhe im Querschnitte dadurch bestimmt wird, daß die Wange oberhalb um 2 bis 3 Zoll über die Vorderkante der Trittstufen hinausreicht, und daß sie eben so unterhalb einen dem obern gleichen Vorsprung vor der Hinterkante der Trittstufen oder vor der in vielen Fällen angewendeten Verschalung oder dem Verputze der untern Treppenansicht erhält. Die untersten Stufen, an welche die Wangen sich anlehnen, werden entweder als Blockstufen aus einem Stücke gearbeitet, oder es dient, wie in Fig. 223 als zweckmäßiger angenommen ist, ein unter die erste Trittstufe gelegtes Holzstück dazu, der Treppe einen festen Anschluß zu geben.

ad d. Die Treppen mit aufgesattelten Trittstufen und Futterbord unterscheiden sich nach Fig. 224 von den vorerwähnten Treppen mit versetzten Trittstufen und Futterbord nur darin, daß die Wangen *a* ganz unterhalb der Stufen angebracht sind, und die Trittstufen *b* auf eingeschnittene Stufenabsätze der Wangen *a* aufgeschraubt oder genagelt werden. Die Hirnenden der aufgesattelten Trittstufen *b* treten zumeist über die inneren Wangen *a* vor, und erhalten dann an diesem Vorsprunge dasselbe Profil, welches an dem Vorsprunge der Vorderkante angebracht ist. Die Setzstufen *c* werden auf gleiche Weise in die Trittstufen *b* eingenuthet wie bei

den Treppen mit in die Wangen versetzten Stufen, und werden vor die senkrechten Absätze der Wangen in der Weise gesetzt, daß sie an beiden Enden gegen die Kanten der Wangen in Gehrung überschnitten werden. Die Wangen dieser Treppen müssen stärker sein als bei den Wangentreppen mit eingesetzten Stufen und eine solche Höhe erhalten, daß sie unter-

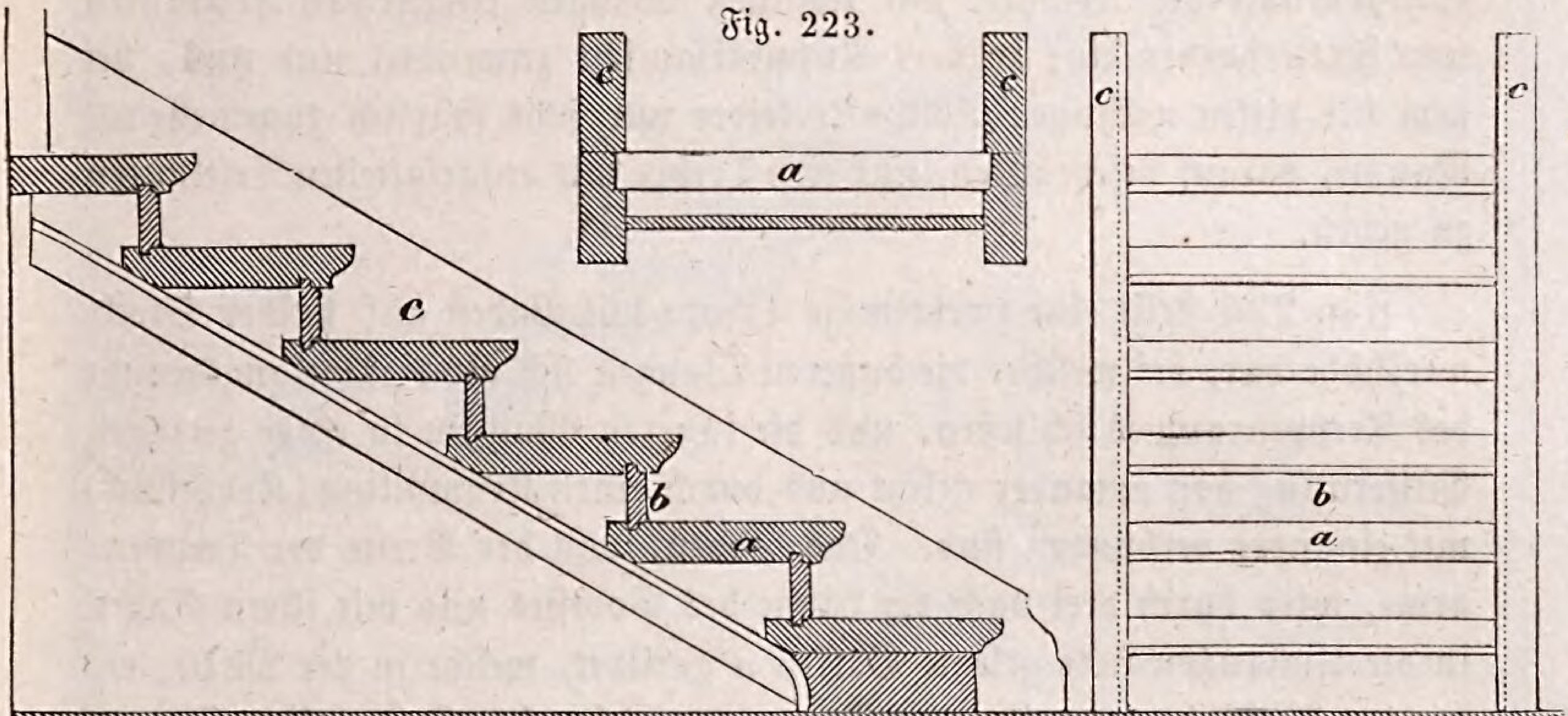


Fig. 223.

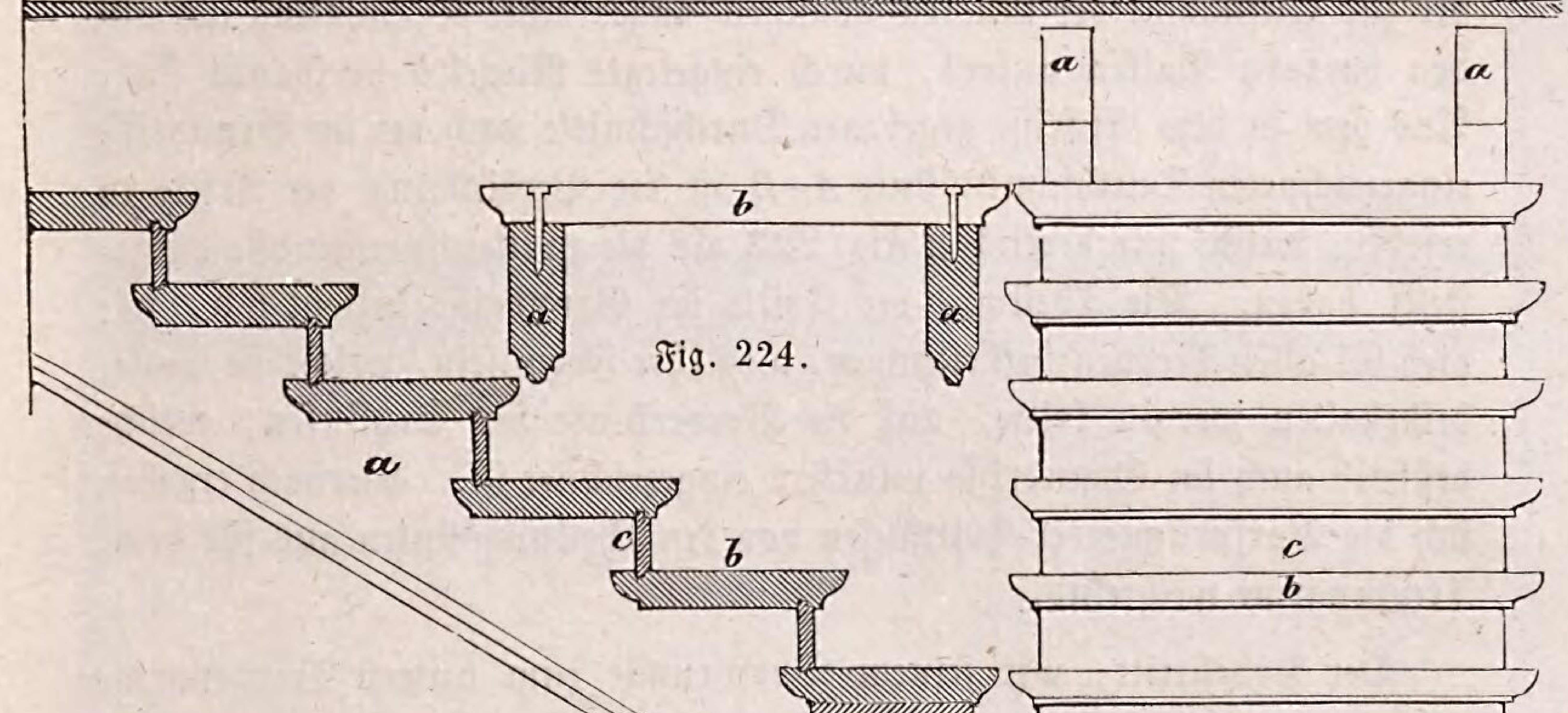


Fig. 224.

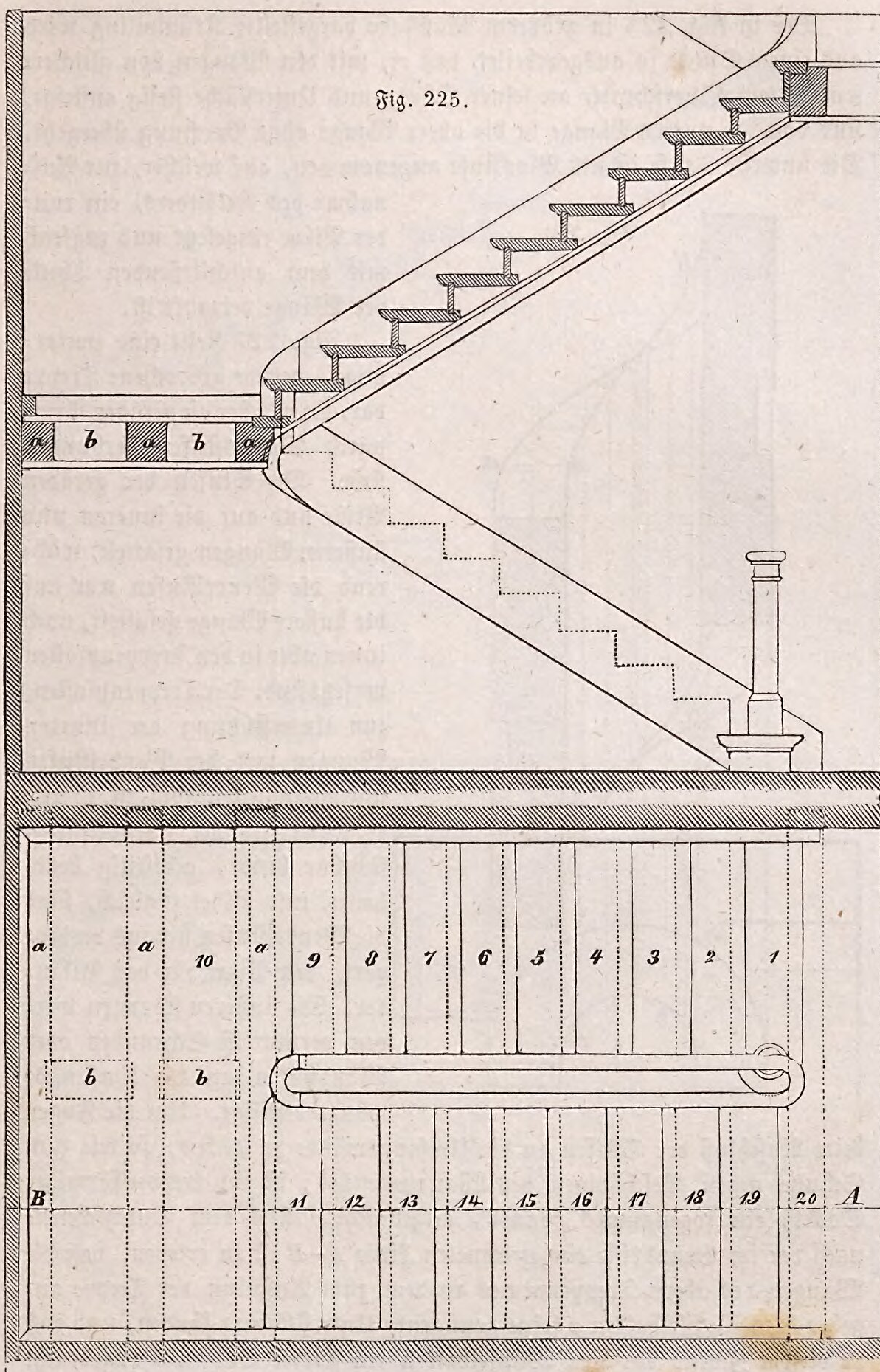
halb noch mindestens 7 bis 8 Zoll vor der Hinterkante der Trittstufen vorstehen. Durch das Vortreten der Stufen über die Außenflächen der Wangen hinaus erhalten diese Treppen eine größere benutzbare Breite, und das Ansehen derselben ist um Vieles gefälliger als das Ansehen der Treppen mit Wangen, welche die Stufen in der Ansicht ganz verstecken. Bieten diese Treppen mit aufgesattelten Stufen die beste Gelegenheit zu eleganter Bearbeitung der überall sichtbaren Constructionstheile, so müssen

sie doch, gerade wegen dem absichtlichen Zeigen aller Treppenbestandtheile, auf regelmäßige Formen im Grundrisse und auf solche Fälle beschränkt bleiben, wo eine gleiche oder doch regelmäßige Eintheilung der Tritte möglich ist. Wir werden deßhalb in den nachfolgend zur Besprechung kommenden Beispielen von Treppen, der in allen Fällen anwendbaren Construction der Treppen mit zwischen Wangen eingesetzten Trittstufen und Futterborden eine größere Aufmerksamkeit zuwenden und uns, bei dem für diesen wichtigen Abschnitt leider nur sehr spärlich zugemessenen Raume, darauf beschränken, nur eine Treppe mit aufgesattelten Trittstufen zu geben.

Fig. 225 stellt eine zweiarmige Treppe mit Podest auf halber Stockwerkhöhe dar, bei welcher die äußeren Wangen sich an die Umfangswände des Treppenraumes schließen, und die inneren Wangen in einer geringen Entfernung von einander gelegt und durch einen Krümmling (Kropfstück) mit einander verbunden sind. Das Podest, von der Breite der Treppenarme, wird durch drei nach der Länge des Podestes und mit ihren Enden in die Umfangswände gelegte Balken *a* gebildet, welche in der Mitte, wo der zur Aufnahme der inneren Wangen angebrachte Krümmling sich auf den vordern Balken ansetzt, durch eingelegte Riegel *b* verspannt sind. Aus dem in dem Aufrisse gegebenen Durchschnitte nach der im Grundrisse eingezeichneten Durchschnittslinie *A–B* ist die Verbindung der Tritte zu ersehen, welche wir bereits in Fig. 223 als die zweckentsprechendste dargestellt haben. Die Theilung der Tritte im Grundrisse bezieht sich, wie dieß bei allen Treppeneintheilungen, mag ihre Form sein, welche sie wolle, beibehalten werden sollte, auf die Vorderkante der Setzstufen, welche deßhalb auch im Grundrisse punktirt eingezeichnet ist. Hiernach ergeben sich die Vorsprünge der Trittstufen von den Theilungslinien aus für beide Treppenarme wechselnd.

Der Podesttritt, mit seinem Vorsprunge zum untern Treppenarme gehörig, geht auf die ganze Länge des Podestes durch, eben so der letzte Tritt des zweiten Armes, welcher auf dem Wechselbalken ruht, und diese Tritte, von geringerer Breite als die übrigen, sind so geformt, daß die eine Hälfte den Vorsprung der Vorderkante zeigt, während die andere Hälfte die Hinterkante des nächst höhern Trittes bildet, in welche die Setzstufe desselben eingelassen ist. Der Krümmling sitzt in einem entsprechenden Ausschnitte des Podesttrittes, welcher in denselben gleich den anderen Tritten versetzt eingreift, und ruht außerdem noch auf dem vordern Podestbalken.

Fig. 225.



Der in Fig. 226 in größerm Maßstabe dargestellte Krümmling wird aus einem Stücke so ausgearbeitet, daß er, mit den Wangen von gleichem senkrechtem Querschnitt, an seiner Ober- und Unterfläche stetig ansteigt, und von der untern Wange in die obere Wange ohne Brechung übergeht. Die unterste Stufe ist als Blockstufe angenommen, auf welcher, zur Aufnahme des Geländers, ein runder Pilar eingesetzt und zugleich mit dem anschließenden Theile der Wange verzapft ist.

Fig. 226.

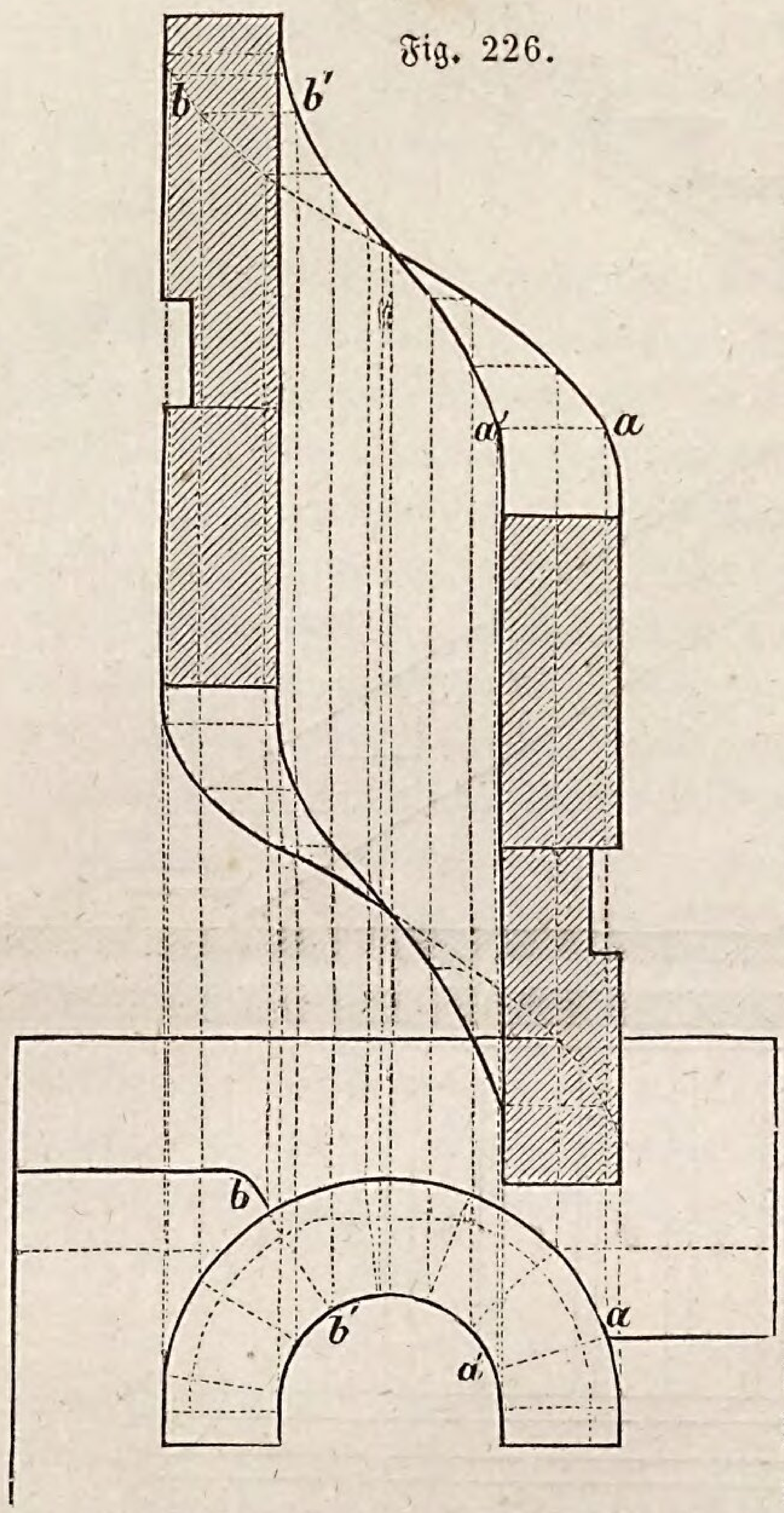
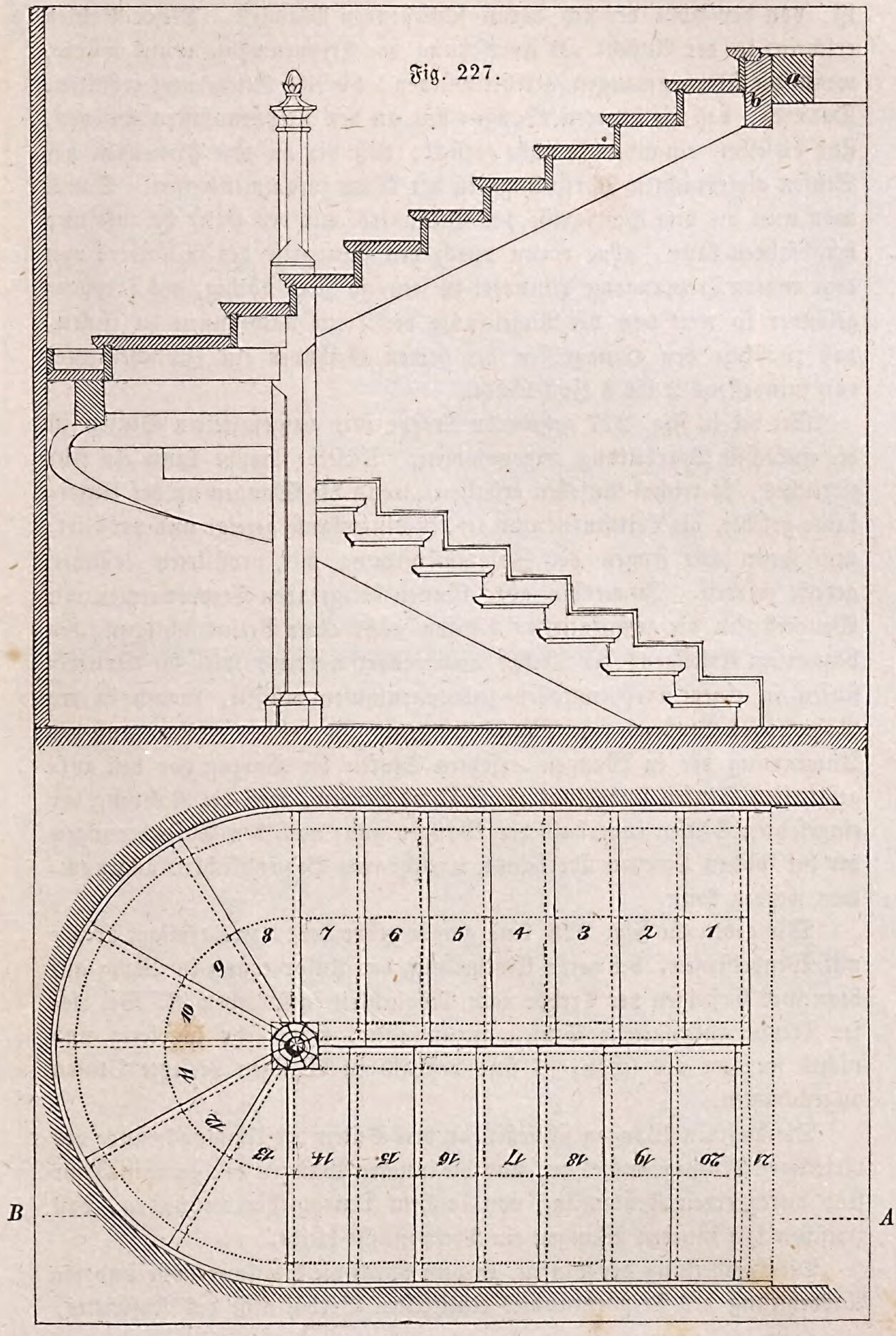


Fig. 227 stellt eine zweiarmige, gerade gebrochene Treppe dar, bei welcher die geraden Arme durch Wendelstufen verbunden sind. Die Stufen der geraden Arme sind auf die inneren und äußeren Wangen gesattelt, während die Wendelstufen nur auf die äußere Wange gesattelt, nach innen aber in den Treppenpfosten versetzt sind. Der Treppenpfosten, zur Unterstützung der inneren Wangen und der Wendelstufen unumgänglich nöthig, ist, so weit er unterhalb der Wendelstufen sichtbar bleibt, achtseitig bearbeitet, und bildet zugleich, über die Wendelstufen hinaus verlängert, den Pilar für das Geländer. Die äußeren Wangen werden vermittelst Schrauben oder Wandhaken an die Umfangswände befestigt. Um die Fugen beim Anschluß der Stufen an die Umfangswände zu decken, so wie zum Schutze gegen Beschädigen des Wandverputzes, ist ein treppenförmiger Sockel, ein sogenanntes „Panel", angebracht. Aus dem Durchschnitte nach der im Grundrisse eingezeichneten Linie *A–B* ist zu ersehen, daß die Wangen des obern Treppenarmes an dem zum Anschluß der Treppe angebrachten Wechselbalken *a* keine genügende Unterstützung fänden, und daß zu diesem Zwecke vor dem Wechselbalken ein starker Bohlen *b* angebracht

Fig. 227.



ist, von der Höhe der sich daran schließenden Wangen. Dieser Bohlen erscheint in der Ansicht als Fortsetzung der Treppenwangen und würde, wenn die Treppenwangen gekehlt würden, dieselbe Gliederung erhalten. Dadurch, daß die inneren Wangen sich an den Treppenpfosten ansetzen, sind dieselben einander so nahe gerückt, daß die an den Hirnenden der Stufen angebrachten Vorsprünge in der Mitte zusammentreffen. Damit man nun an dem Handgriffe des Geländers mit der Hand herauf- und herabfahren kann, ohne daran durch den Handgriff des Geländers von dem andern Treppenarme gehindert zu sein, so ist es nöthig, das Treppengeländer so weit von der Außenkante der Tritte nach innen zu rücken, daß zwischen den Handgriffen der beiden Geländer ein Zwischenraum von mindestens 2 bis 3 Zoll bleibt.

Bei der in Fig. 227 gegebenen Treppe mit aufgesattelten Stufen ist die einfachste Bearbeitung angenommen. Dieselbe Treppe kann ein sehr zierliches, ja reiches Ansehen erhalten, wenn die Wangen an der Unterkante gekehlt, die Trittstufen auch an der Hinterkante gezeigt und profilirt, und wenn alle Fugen der Zusammensetzung mit profilirten Leistchen gedeckt werden. Immerhin aber können bei geraden Treppenarmen mit Wendelstufen die aufgesattelten Stufen nicht ohne Beeinträchtigung des bequemem Ersteigens der Treppe angewendet werden, weil die Wendelstufen in einem Treppenpfosten zusammenlaufen müssen, sonach in der Nähe dieses Pfostens sehr schmal werden. In solchen Fällen muß der Anwendung der in Wangen versetzten Stufen der Vorzug vor den aufgesattelten Stufen unbedingt eingeräumt werden, weil die Richtung der eingesetzten Stufen innerhalb der Wangen ganz nach den Anforderungen der bei solchen Treppen überhaupt erreichbaren Bequemlichkeit angenommen werden kann.

Wir geben in Fig. 228 eine gerade gebrochene, zweiarmige Treppe mit Wendelstufen, bei deren Eintheilung der Anforderung in Bezug auf bequemes Ersteigen der Treppe nach Möglichkeit entsprochen ist. Bei dieser Treppe aufgesattelte Stufen anzuwenden, wäre sehr schwierig und nichts weniger als schön; es sind deßhalb in Wangen versetzte Stufen angenommen.

Die äußeren Wangen schließen an drei Seiten der Umfangswände des viereckigen Treppenraumes an, und die inneren Wangen der geraden Arme sind durch einen Krümmling von solchem Durchmesser verbunden, daß zwischen den inneren Wangen ein Treppenlicht bleibt.

Die Eintheilung der Stufen, in dem durch die Stockwerkhöhe und die Ausdehnung des Treppenraumes ermittelten Verhältnisse des Auftrittes,

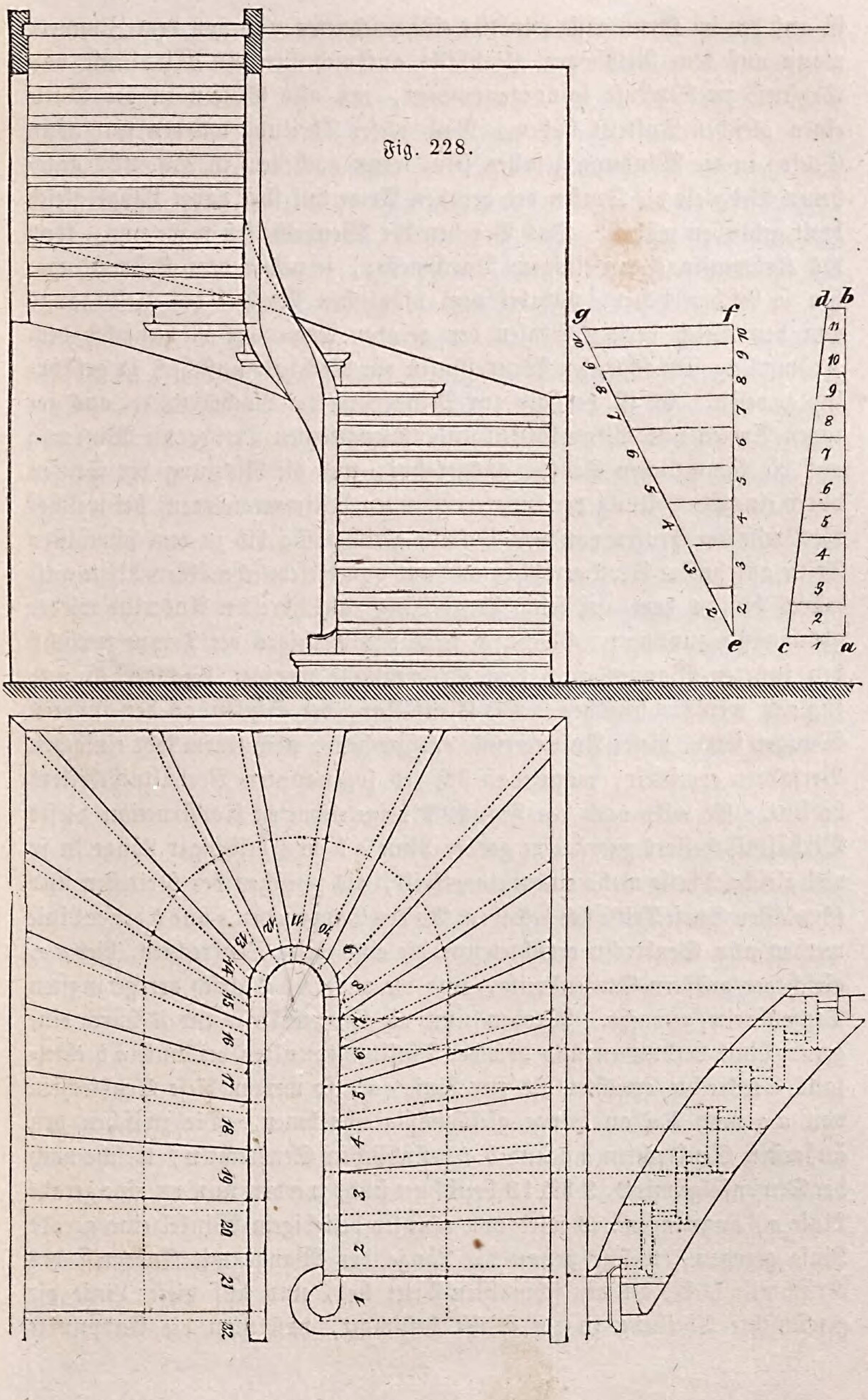


Fig. 228.

ist auf der im Grundrisse punktirt eingezeichneten und von dem Zimmermann auf dem Reißboden gleichfalls aufzuschnürenden Mittellinie von Setzstufe zu Setzstufe so vorgenommen, daß alle Stufen in der Mitte einen gleichen Auftritt haben. Nach dieser Theilung würden nur neun Stufen in die Windung gefallen sein, wenn nach dem in Fig. 227 gegebenen Beispiele die Stufen der geraden Arme auf ihre ganze Länge gleich breit geblieben wären. Das Begehen der Wendelstufen wäre nun, trotz des Krümmlings von einigem Durchmesser, je näher dem Krümmlinge, um so beschwerlicher, und bei dem plötzlichen Wechsel des Uebergangs von den gleich breiten Stufen der geraden Arme auf die zunächst dem Krümmling sehr schmalen Wendelstufen zur Nachtzeit unsicher, ja gefährlich gewesen. Es ist deßhalb zur Minderung der Nachtheile der aus geraden Armen und Wendelstufen zusammengesetzten Treppe die Windung auf die sämmtlichen Stufen ausgedehnt, und die Richtung der Stufen durch eine Eintheilung der inneren Wangen bestimmt worden, bei welcher die Breite der Stufen von dem Antritte gleichmäßig bis zu dem schmälsten Tritte auf halber Stockwerkhöhe ab- und von diesem schmälsten Tritte aufwärts bis zu dem auf seine ganze Länge gleichbreiten Austritte wieder gleichmäßig zunimmt. Hierdurch wird das Ersteigen der Treppe zunächst den inneren Wangen und dem Krümmlinge weniger beschwerlich und zugleich weniger unsicher. Die Eintheilung der Stufen an den inneren Wangen wird, dieser Anforderung entsprechend, nach einem sehr einfachen Verfahren ermittelt, wozu man sich des sogenannten Verhältnißtheilers bedient. Es wird nach der Fig. 228 beigezeichneten Construction dieses Verhältnißtheilers zuerst eine gerade Linie *a b* von beliebiger Länge in so viel gleiche Theile mehr einem eingetheilt, als zwischen der breitesten und schmälsten Stufe Tritte sich befinden. An den Endpunkten *a* und *b* dieser Linie werden nun Senkrechte errichtet und die eine dieser Senkrechten, hier *a c*, gleich der größten Stufenbreite, und die andere *b d* gleich der geringsten Stufenbreite gemacht. Werden nun die Endpunkte *c* und *d* durch eine gerade Linie verbunden und von den Theilungspunkten der Linie *a b* ebenfalls Senkrechte errichtet bis zur Linie *c d*, so werden diese Senkrechten von *a c* nach *b d* an Länge gleichmäßig abnehmen. Die zwischen den äußersten Senkrechten *a c* und *b d* befindlichen Senkrechten, welche nach der Stufenfolge mit 2, 3 bis 10 bezeichnet sind, werden nun an eine gerade Linie *e f* angetragen, es wird von *e* unter beliebigem Winkel eine gerade Linie gezogen, welche genau die Länge der Wange mit Inbegriff des Krümmlings bis an den schmalsten Tritt hat, und auf dieser Linie die gewünschte Theilung in der Weise bestimmt, daß man die Endpunkte

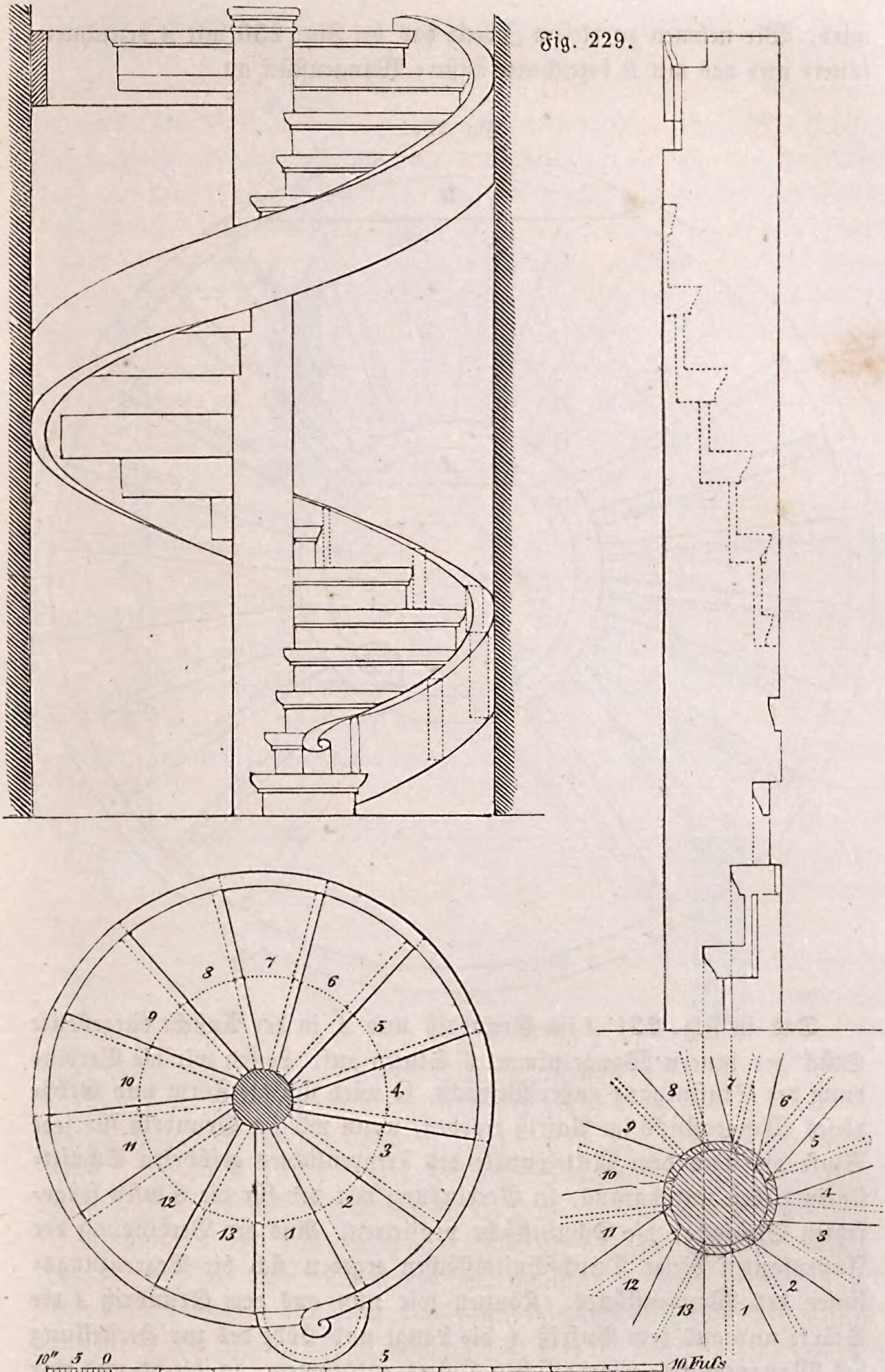
f und *g* durch eine gerade Linie verbindet, mit dieser Linie Parallele von den an der Linie *ef* angetragenen Theilungspunkten bis zur Linie *eg* zieht, und die Schnittpunkte dieser Parallelen in der Linie *eg* als die Theilungspunkte bezeichnet. Werden diese Theile von *eg* entnommen und auf die Wange entsprechend übergetragen, so wird die Richtung der Stufen, nach den vorbemerkten Theilungspunkten gezogen, der Anforderung entsprechen, welche an die Eintheilung der Stufen in Bezug auf gleichmäßige Ab- und Zunahme ihrer Breite zunächst der innern Wange gestellt worden war. Da nach dieser Theilung die sämmtlichen Stufen sowol an den äußeren als auch an den inneren Wangen eine ungleiche Breite erhalten, so ergeben sich daraus durchgehends krumme Wangen, zu deren Heraustragen ein Aufschnüren der einzelnen Wangen, wie bei Fig. 228 angegeben, erforderlich ist. Dabei wird die Theilung der Stufen für die herauszutragende Wange von dem Grundschlage entnommen und an die horizontale Grundlinie *a b* angetragen. Von den angetragenen Theilpunkten werden Senkrechte errichtet, an diesen die entsprechenden Stufenhöhen, von der Vorderkante der Stufen gerechnet, angetragen, und von diesen Schnittpunkten aus die senkrechte Höhe der Wangen, welche überall gleich angenommen wird, aufgezeichnet. Es kann diese Theilung auch ohne die aufgeschnürten Senkrechten mit dem Winkeleisen von Stufe zu Stufe aufwärts angetragen werden. Bei der angenommenen gleichen Höhe der lothrechten Durchschnitte der Wangen ergeben sich bei wechselnder Steigung ganz verschiedene Breiten derselben.

In Fig. 229 geben wir eine Wendeltreppe mit voller Spindel, bei welcher zur Ersteigung der Stockwerkhöhe 1½ Windungen angenommen sind. Da nach der Eintheilung dreizehn Stufen zu einer vollen Windung gehören, sonach die vierzehnte Stufe senkrecht über den Antritt zu liegen kommt, so muß die Steigung der Stufen mindestens 7 Zoll betragen, wenn die senkrechte Entfernung der in der Windung sich deckenden Stufen zum Ersteigen der Treppe ausreichend, das heißt mindestens 8 Fuß sein soll. Die Theilung der Auftritte ist in der Mittellinie angenommen, und bezieht sich auf die Vorderkante der Setzstufen oder Futterborde, welche von den Theilungspunkten nach dem Mittelpunkte der Spindel gezogen, und die Vorsprünge der Trittstufen mit der Richtung der Setzstufen parallel angenommen sind. Die Stufen sind, wie in die Außenwangen, welche bei der gleichen Breite der Stufen gleich breit sind und stetig ansteigen, so auch in den Spindel oder Mönch versetzt angenommen. Wir geben nur einen Theil der Spindel in größerem Maßstabe, und behalten uns vor, das Verfahren bei dem Heraustragen der

krummen Wangen in dem nachfolgenden Beispiele zu erörtern. Wenn bei diesen Wendeltreppen die Stufen nach innen die nöthige Unterstützung finden sollen, so leuchtet ein, daß der Spindel nicht zu schwach sein darf und bei der kleinsten Treppe einen Durchmesser von mindestens 6 Zoll erhalten muß. Bei Wendeltreppen mit schwachen Spindeln stellt sich die Zweckmäßigkeit der Annahme, die Theilung und Richtung der Stufen auf die Vorderkante der Setzstufen zu beziehen, am deutlichsten heraus, weil bei geringerer Stärke der Spindel und einem starken Vorsprunge der Trittstufen sich der Fall ergeben kann, daß die Setzstufen außerhalb der Spindel fielen, wenn die Theilung für die Vorderkante der Trittstufen angenommen, diese nach dem Mittelpunkte der Spindel gezogen und damit parallel die Setzstufen angebracht werden sollten. Die Festigkeit der Stufen hängt von den Setzstufen ab, keineswegs aber von dem Vorsprunge der Trittstufen, welcher bei Wendeltreppen sogar beim Anschluß der Trittstufe an den Spindel muß abgearbeitet werden können, um das Ersteigen der Treppe zu erleichtern. Wir glauben deßhalb als Regel aufstellen zu können, daß bei allen Treppen ohne Ausnahme die Richtung der Stufen durch die Setzstufen bestimmt und der Vorsprung der Trittstufe, als ein veränderlicher Theil der Stufe, mit der Setzstufe oder dem Futterborde parallel laufend, sich nach der Setzstufe zu richten habe.

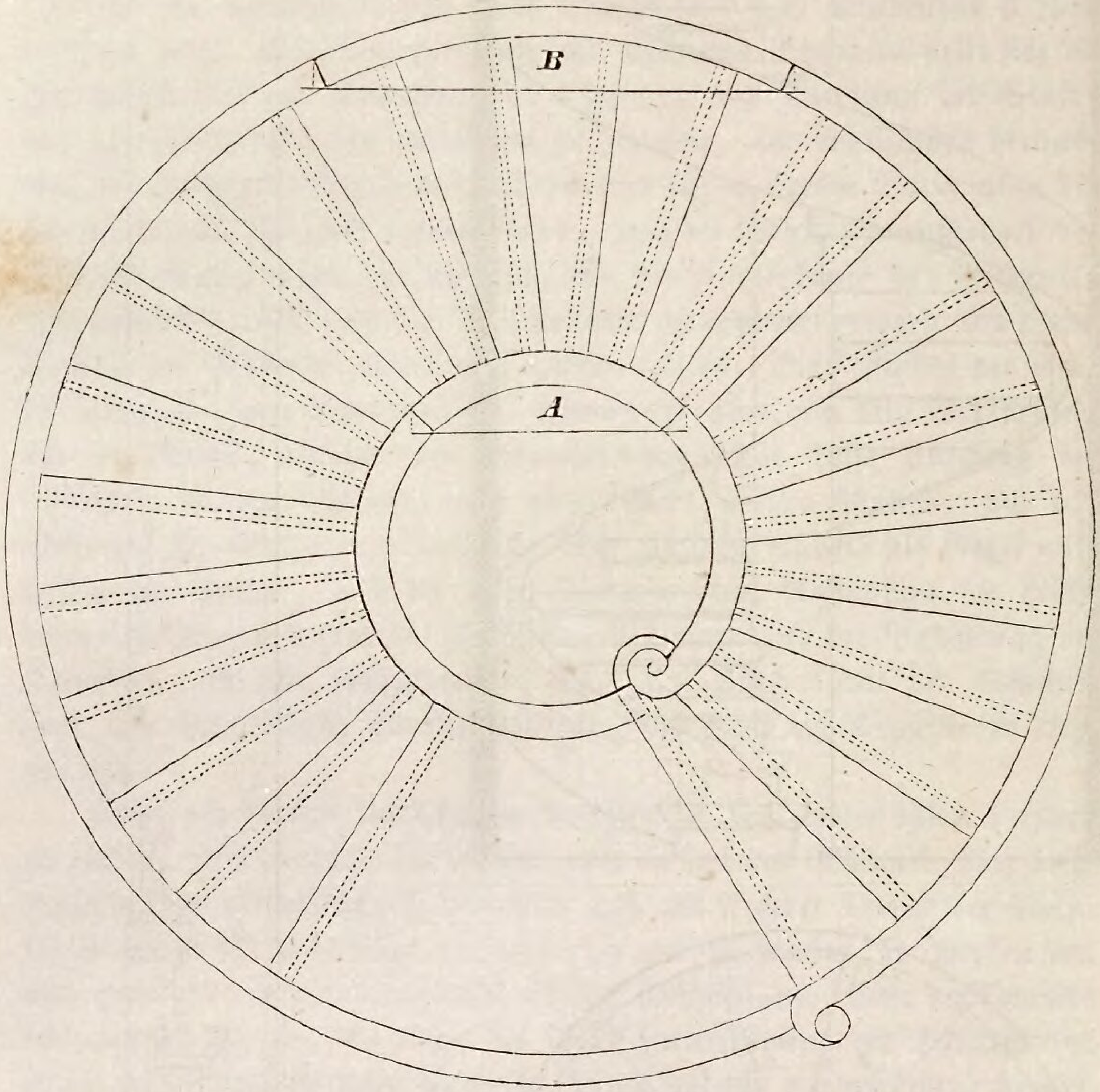
Sind die bereits betrachteten Treppen zu den unterstützten Treppen zu zählen, weil entweder die äußeren oder die inneren Wangen, oder beide zugleich einer Unterstützung bedurften und bei letzterer Treppe der Spindel ebenfalls als unterstützt angenommen werden mußte, so werden wir uns nun mit einer freitragenden Treppe beschäftigen. Eine vollkommen freitragende Treppe, die außer der festen Unterstützung des Antritts und einem festen Anhalte beim Austritte keiner weitern Unterstützung bedarf, ist die in Fig. 230 dargestellte Wendeltreppe mit hohler Spindel. Da hier die sämmtlichen, zur Ersteigung der Stockwerkhöhe erforderlichen Stufen in einer Windung liegen sollten, und selbst der Ruheplatz für An- und Austritt der Treppe als im Treppenraume befindlich angenommen ist, so ergiebt sich daraus ein Treppenlicht von so bedeutendem Durchmesser, daß wir die inneren Wangen nicht mehr als hohlen Spindel bezeichnen können. Bei der kreisrunden Form des Treppenraumes ergiebt sich für die Wangen eine stetige Steigung, und werden wir, da die Construction der Stufen nichts von anderen eingesetzten Stufen Abweichendes darbietet, uns nur etwas näher mit dem Verfahren zu beschäftigen haben, welches bei dem Heraustragen einzelner Wangenstücke eingehalten

Fig. 229.



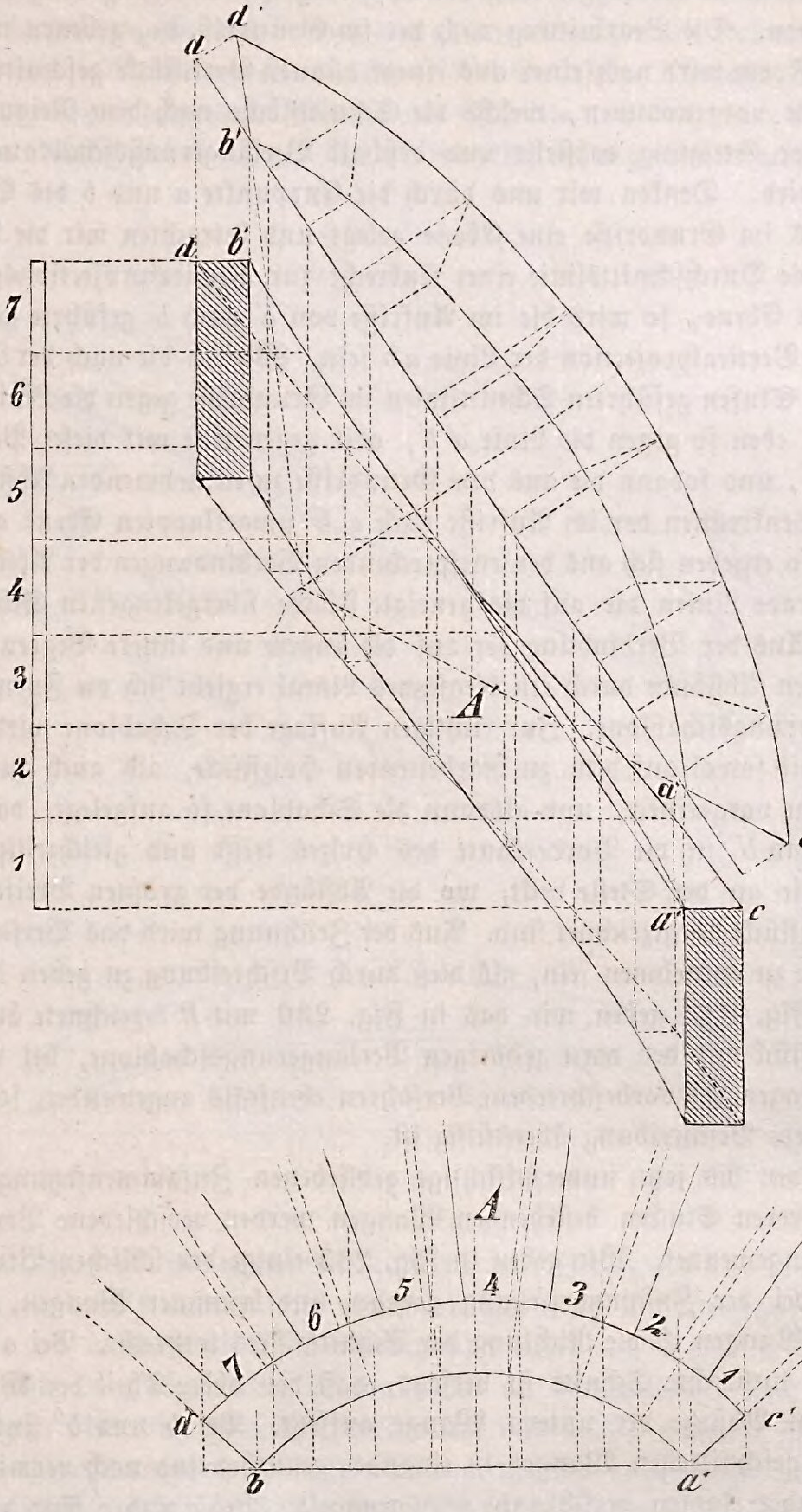
wird. Wir nehmen zu diesem Zwecke das bei Fig. 230 mit *A* bezeichnete innere und das mit *B* bezeichnete äußere Wangenstück an.

Fig. 230.



Das in Fig. 231 *A* im Grundriß und *A'* in der Ansicht dargestellte Stück der innern Wange nimmt 6 Stufen auf. Lassen wir die Verbindung der Stufen ganz außer Betracht, so wird sich die Form und Größe dieses Wangenstücks im Aufriß ergeben, wenn wir im Grundriß für jede Stufe die nach dem Mittelpunkte des Treppenlichtes geführten Schnittlinien ziehen und daraus, in Verbindung mit der für die Stufen festgesetzten Steigung, die Schnittfläche projiciren. Aus der Verbindung der Außenkanten dieser Durchschnittsflächen ergeben sich die Begrenzungslinien des Wangenstückes. Können wir nun aus dem Grundriß *A* die Stärke und aus dem Aufriß *A'* die Länge und Höhe des zur Herstellung des Wangenstückes erforderlichen Holzes entnehmen, so bleibt uns nur

Fig. 231.



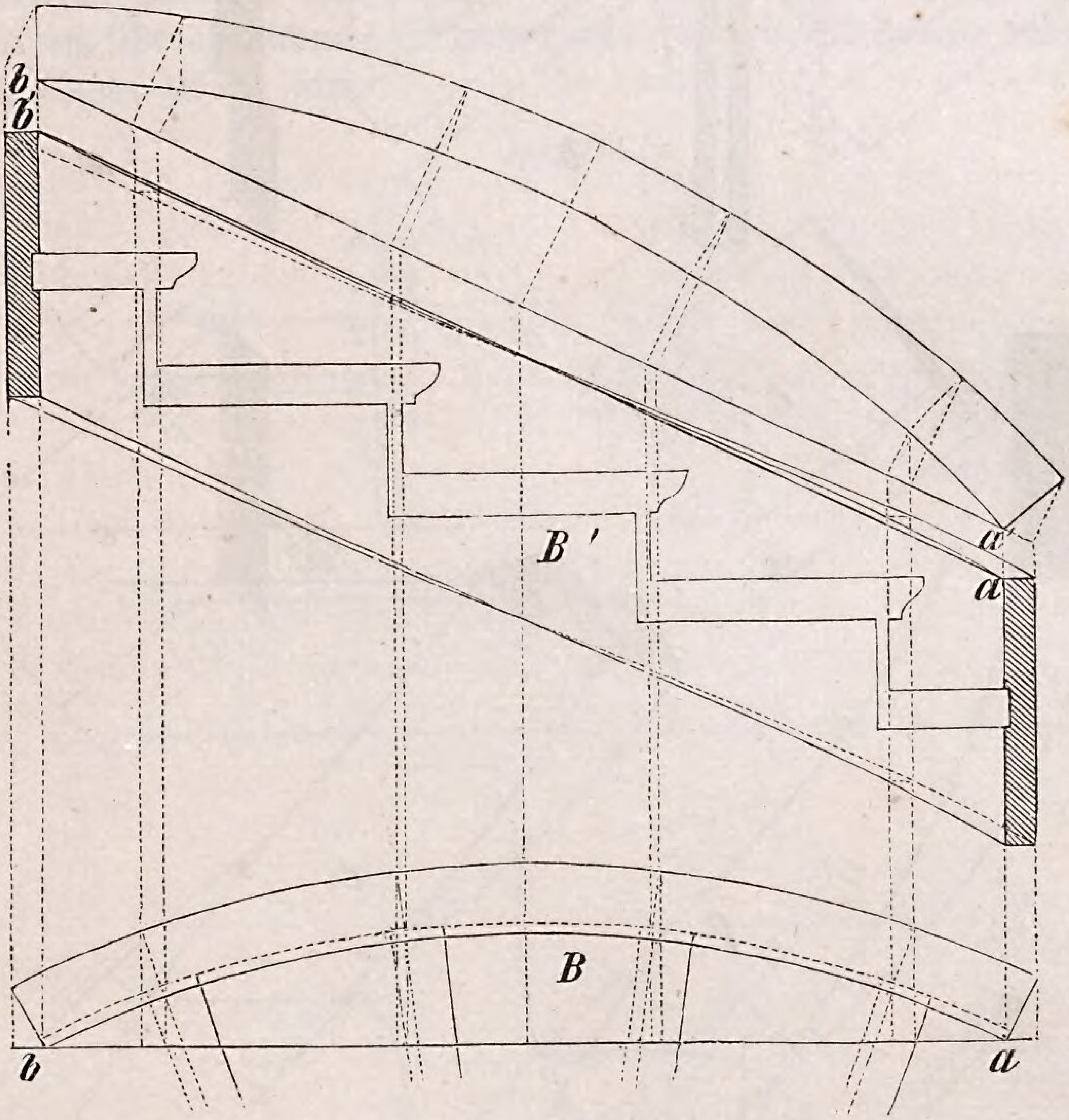
noch übrig, die Bearbeitung zu erläutern. Die Lothschmiege wird aus der verstreckten Linie der Wege, nach der aufgetragenen Steigung vorgerissen, entnommen. Die Bearbeitung nach der im Grundriß angegebenen cylindrischen Form wird nach einer aus einem dünnen Brettstücke geschnittenen Schablone vorgenommen, welche die Schnittfläche nach dem Neigungswinkel der Steigung darstellt und deßhalb Verlängernngsschablone genannt wird. Denken wir uns durch die Endpunkte *a* und *b* des Wangenstückes im Grundrisse eine Ebene gelegt und betrachten wir die Linie *a b* als die Durchschnittslinie einer senkrecht zur Verticalprojectionsebene geführten Ebene, so wird die im Aufrisse von *a'* nach *b'* geführte gerade Linie die Verticalprojection der Linie *a b* sein. Werden die nach der Richtung der Stufen geführten Schnittlinien im Grundrisse gegen die Linie *a b* projicirt, eben so gegen die Linie *a' b'*, oder gegen eine mit dieser Parallele *a'' b''*, und sodann die aus dem Grundrisse zu entnehmenden Abstände an die Senkrechten der im Aufrisse nach *a' b'* umgeklappten Ebene angetragen, so ergeben sich aus den entsprechenden Verbindungen der Abstände durch gerade Linien die auf die geneigte Fläche übergetragenen Schnittlinien. Aus der Verbindung der auf die äußere und innere Begrenzung bezüglichen Abstände durch ein biegsames Lineal ergiebt sich die Form der Verlängerungsschablone. Zur richtigen Auflage der Schablone wird die Mittellinie sowol auf dem zu bearbeitenden Holzstücke, als auch auf der Schablone vorgerissen, und alsdann die Schablone so aufgelegt, daß sie mit *a'* und *b'* in die Vorderkante des Holzes trifft und gleichzeitig die Mittellinie an der Stelle deckt, wo die Abstände der größten Breite auf dem Holzstücke vorgezeichnet sind. Aus der Zeichnung wird das Verfahren deutlicher zu entnehmen sein, als dieß durch Beschreibung zu geben ist.

In Fig. 232 geben wir das in Fig. 230 mit *B* bezeichnete äußere Wangenstück mit der dazu gehörigen Verlängerungsschablone, bei deren Heraustragen das vorbeschriebene Verfahren ebenfalls angewendet, sonach eine weitere Beschreibung überflüssig ist.

Bei der bis jetzt unberücksichtigt gebliebenen Zusammensetzung der aus mehreren Stücken bestehenden Wangen werden verschiedene Verbindungen angewendet. Wir geben in Fig. 233 einige der üblichen Verbindungen bei der Zusammensetzung gerader und krummer Wangen. Bei geraden Wangen ist die Richtung der Schnitte stets lothrecht. Bei *a* und *a'* ist der lothrechte Schnitt so versetzt, daß der obere Theil der Wange auf einem Absatze der untern Wange aufsetzt. Bei *b* und *b'* sind die senkrecht geschnittenen Wangen in einander genuthet und noch vermittelst eingreifender Zapfen verschraubt oder genagelt. Bei *c* und *c'* sind die in

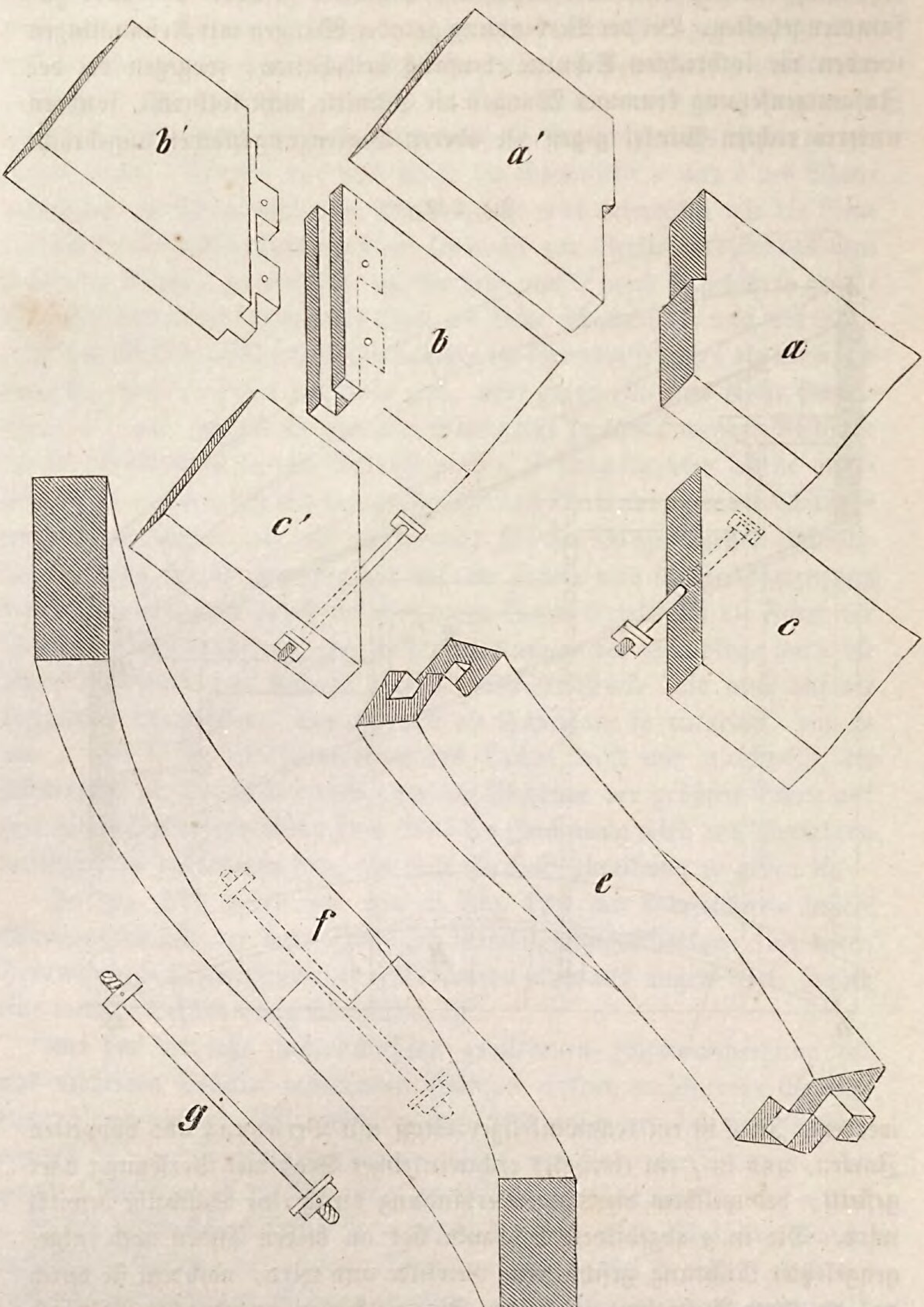
lothrechtem Schnitte ohne Versetzung an einander gesetzten Wangen durch eine rechtwinkelig durch die Mitte des Schnittes geführte Schraube zusammengehalten. Bei der Verbindung gerader Wangen mit Krümmlingen werden die lothrechten Schnitte ebenfalls beibehalten, wogegen bei der Zusammensetzung krummer Wangen die Schnitte nicht lothrecht, sondern unterm rechten Winkel gegen die oberen Begrenzungsflächen angebracht

Fig. 232.



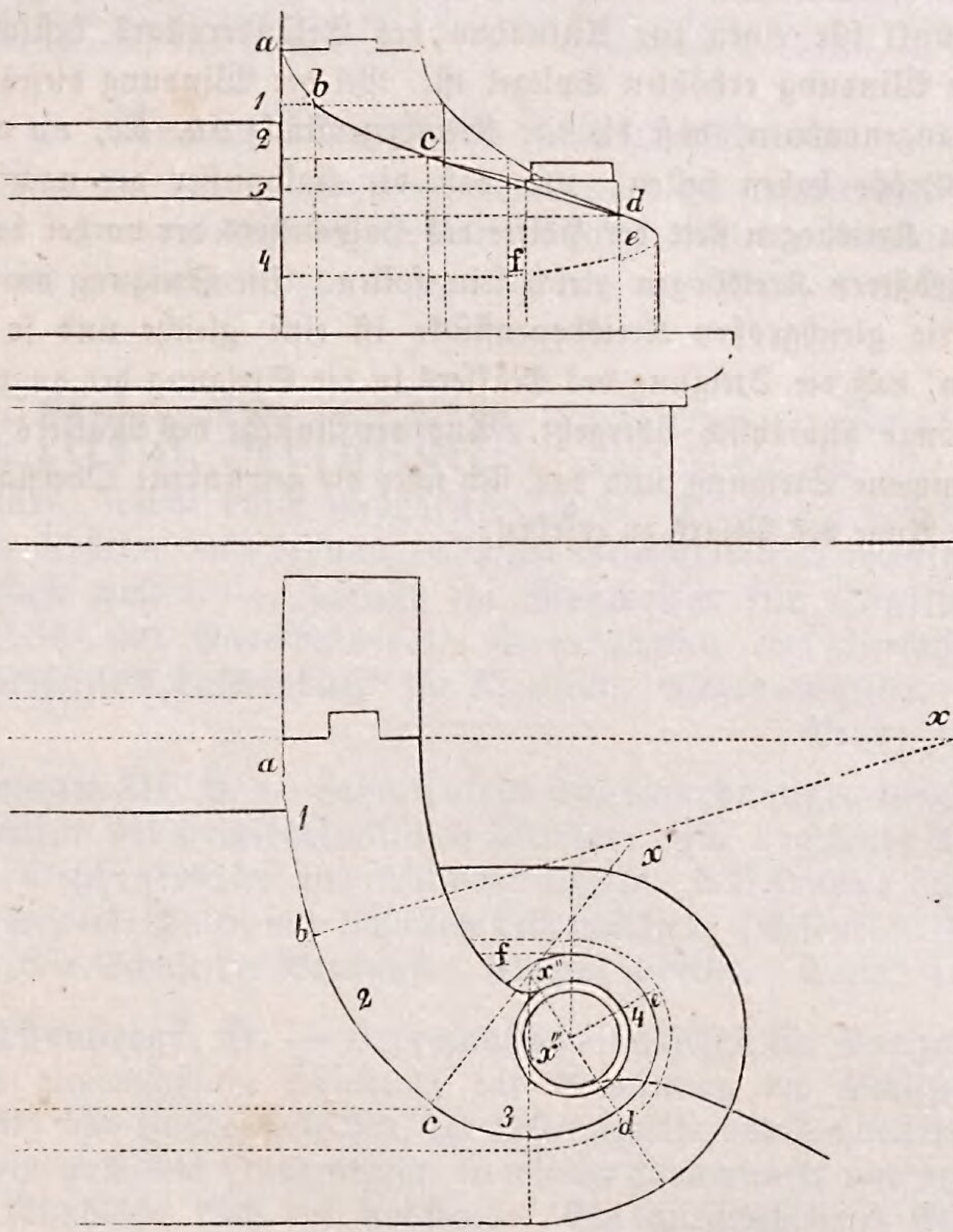
werden. In *e* ist ein rechtwinkeliger Stoß mit Versetzung und doppelten Zapfen, und in *f* ein ebenfalls rechtwinkeliger Stoß mit Versetzung dargestellt, bei welchem die Längenverbindung durch eine Schraube bewirkt wird. Die in *g* abgebildete Schraube hat an beiden Enden nach entgegengesetzter Richtung geschnittene Gewinde und wird, nachdem sie durch das zu ihrer Aufnahme in beiden Wangenstücken angebrachte Bohrloch eingeführt ist, an beiden Enden durch Muttern angezogen, welche bereits

Fig. 233.



vor dem Zusammenbringen der Wangenstücke in eingestemmten Vertiefungen vor der Schraubenöffnung sich befinden. Die Schraubenlöcher müssen weit genug sein, um darin die Muttern umdrehen zu können, und werden nach dem Anziehen der Schrauben mit Holzstücken ausgesetzt. Dieselbe Schraubenverbindung kann auch bei der Zusammensetzung gerader Wangen angewendet werden. Die in Fig. 233 gegebenen Verbindungen sollen nur als Anhalt dienen. Bei der Zusammensetzung verschieden geformter und zugleich sehr ungleich belasteter Wangen können davon sehr abweichende Verbindungen, sogar Verstärkungen durch Eisenbänder geboten sein.

Fig. 234.



Schließlich gedenken wir noch der bei dem Antritte von Treppen häufig in Anwendung kommenden gekrümmten Anfänger der Wangen, der

sogenannten Mäkler. Diese Mäkler werden von der Wange abwärts über eine oder über mehrere vor die Wangen gelegte Stufen geführt, und dienen hauptsächlich dazu, die Richtung des Treppengeländers zu bestimmen und dem von der Richtung der Wangen abweichenden nach auswärts gebogenen Geländer zur Unterstützung zu dienen. Kann hiernach die Ausdehnung sowol als die Richtung der Krümmung eines Mäklers ganz beliebig angenommen werden, so gilt doch in Bezug auf die aus zusammengesetzten Kreisbogen zu construirende Windung als Regel: daß die Kreisbogenstücke, aus verschiedenen Mittelpunkten beschrieben, an den Berührungspunkten zweier Bogenstücke gemeinsame Tangenten haben müssen. Der in Fig. 234 dargestellte Mäkler ist aus vier Mittelpunkten beschrieben, von denen der letzte, von kleinstem Halbmesser, zugleich der Mittelpunkt für einen zur Aufnahme des Geländerpilars bestimmten, über die Windung erhöhten Spiegel ist. Bei der Windung dieses Mäklers ist angenommen, daß die vier Kreisbogenstücke *ab*, *bc*, *cd* und *df* gleiche Größe haben sollen, und daß die Halbmesser der nachfolgend kleineren Kreisbogen stets der Hälfte des Halbmessers der vorher beschriebenen größeren Kreisbogen gleich sein sollen. Die Steigung der in der Peripherie gleichgroßen Kreisbogenstücke ist eine gleiche und so angenommen, daß die Steigung des Mäklers in die Steigung der angrenzenden Wange allmählich übergeht. Aus der Ansicht des Mäklers ist die angenommene Steigung und das sich über die gewundene Oberfläche erhebende Auge des Pilars zu ersehen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.